

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**TESIS**

**“MUERTE DE VERTEBRADOS POR ATROPELLO EN LA  
RED VIAL DISTRITAL DE TAMBOGRANDE, PIURA”**

**PRESENTADA POR:**

**Br. FABIÁN YESQUEN SERNAQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**APROVECHAMIENTO Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL  
AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES**

**SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES**

**PIURA, PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**“MUERTE DE VERTEBRADOS POR ATROPELLO EN LA RED VIAL  
DISTRITAL DE TAMBOGRANDE, PIURA”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:  
APROVECHAMIENTO Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AMBIENTE Y  
LOS RECURSOS NATURALES**

---

**Br. FABIÁN YESQUEN SERNAQUE**  
**(TESISTA)**

---

**Blgo. ARMANDO FORTUNATO UGAZ CHERRE**  
**(ASESOR)**

---

**Blgo. IRWING SMITH SALDAÑA UGAZ**  
**(CO-ASESOR)**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo Fabián Yesquen Sernaque identificado con DNI- N° 43087766, en la condición de egresado, de la Facultad de Ciencias. Escuela de Profesional de Ciencias Biológicas y domiciliado en calle las ponceanas Mz G. Lt 07 AH Los Claveles distrito de veintiséis de octubre Provincia de Piura Departamento de Piura. Celular: 930519541 Correo: [fabyesbio@hotmail.com.pe](mailto:fabyesbio@hotmail.com.pe).

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art N° 411, del código penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 17 de Octubre del 2018.



---

Fabián Yesquen Sernaque

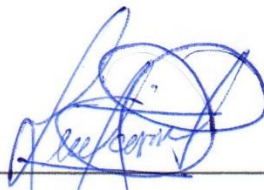
DNI N° 43087766

**Artículo 411.-** El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

**Art. 4 Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución del Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD.**

## **JURADO EVALUADOR**

**“MUERTE DE VERTEBRADOS POR ATROPELLO EN LA RED VIAL  
DISTRITAL DE TAMBOGRANDE, PIURA”**



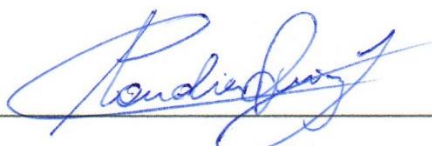
---

**Blgo. Santiago Coronel Chávez M. Sc.**  
**(PRESIDENTE)**



---

**Dra. María Del Rosario Montes Torres Blgo.**  
**(SECRETARIO)**



---

**Blgo. Claudia Del Pilar Ruíz González M. Sc**  
**(VOCAL)**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

## FACULTAD DE CIENCIAS



"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

### ACTA DE SUSTENTACIÓN 061-2018-D-FC-UNP

#### FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada **"MUERTE DE VERTEBRADOS POR ATROPELLO EN LA RED VIAL DISTRITAL DE TAMBOGRANDE, PIURA"**, presentada por el señor Bachiller **FABIÁN YESQUEN SERNAQUE**, con el asesoramiento del **Blgo. Armando Fortunato Ugaz Cherre** y Co-asesor **Blgo. Irwing Smith Saldaña Ugaz**; oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ( )

Con la mención de:

**MUY BUENO**

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**.

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 17 octubre del 2018.

Blgo. SANTIAGO CORONEL CHÁVEZ, M.Sc.  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

Dra. MARÍA DEL ROSARIO MONTES TORRES  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

Blgo. CLAUDIA DEL PILAR RUIZ GONZÁLEZ, M.Sc.  
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla  
PIURA - PERU

## **DEDICATORIA**

A mi regalo más grande que Dios me ha podido dar, mi hijo (a) que es la motivación e inspiración para surgir como profesional y como persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Jehová todo poderoso por darme la sabiduría y guiarme en cada paso que doy en mi vida, ser quien soy hasta el momento y darme fuerza para seguir logrando todos mis proyectos anhelados.

A mis amados padres por su apoyo incondicional y enseñarme en mi formación personal y espiritual: Agustín Yesquen More y Juana Sernaque Maza

A los integrantes de mi jurado, catedráticos de ciencias biológicas. Santiago Coronel Chávez, María del Rosario Montes Torres y Claudia Ruiz González, quiénes con sus aportes y correcciones han logrado llegar al final de mi tesis.

A mi asesor Armando Ugaz Cherre, por encaminarme con su conocimiento, sugerencias críticas a culminar mi proyecto de tesis, más que un profesor un gran amigo. Por su apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr César Lautaro Chávez Villavicencio por su colaboración y sugerencia en la elaboración de mapas de las Zonas de Kernel.

A mi esposa Adali Silva More, por todo el apoyo incondicional y comprensión durante la ejecución del proyecto. Sacrificio que implicaba dejar de disfrutar momentos juntos en familia.

Al Blgo Werner Guevara Ortiz jefe en la empresa donde laboro por brindarme las facilidades, comprensión durante la ejecución, redacción de la tesis y por sus sugerencias en el proyecto de investigación.

A mi gran amigo que considero, Julio Cortez Tello, desde los años de la universidad. Por acompañarme en realizar los muestreos y en la elaboración de los resultados por sus sugerencias y apoyo incondicional. Así de igual manera a Edinson Yarleque Vílchez por su apoyo incondicional en la realización de los muestreos.

A mis compañeros, amigos: Kenlly Villegas Sandoval, Renzo Ojeda Juárez, Henser Verona La Rosa y Cesár Sernaqué Ramos. Por el apoyo durante la realización de los muestreos en la etapa de ejecución del proyecto.

## RESUMEN

Al instalarse una red vial, fragmenta el hábitat de los vertebrados, que al trasladarse de un lado al otro sufren atropellos por vehículos que transitan en las redes viales. Se determinó la muerte de vertebrados por atropello en la red vial distrital de Tambogrande, Piura, presenta dos redes viales (transecto 01 y 02) que pasan por zonas de cultivo, bosque seco y centros poblados. Se realizó entre enero y junio 2018, mediante el recorrido en motocicleta a velocidad constante de 25 km/h de 7:00 am a 2:00 pm, en muestreos semanales rotativos. Se localizó el punto de atropello, removiéndose los individuos con espátula y guantes, a la berma correspondiente; se registró fecha, hora, kilometro, coordenadas, nombre común de la especie, sexo, grupo etario, condición y zonas de ocurrencia. Se realizó una estadística descriptiva y el índice kilométrico de abundancia, y aplicó Chi-cuadrado para determinar si existe relación las clases taxonómicas y zonas de ocurrencia con transectos; y elaboró mapas de Kernel, mostrando los tramos con más atropellos. Se encontraron 437 vertebrados atropellados en 04 clases, 12 órdenes, 23 familias, 20 géneros y 29 especies. La clase Mammalia con 226 vertebrados atropellados, siendo *Pseudalopex sechurae* el más afectado con 107 individuos, Aves con 127, Reptilia 69 y Amphibia 15. El 60,18 % de los vertebrados fueron atropellados en zonas de cultivos. Se encontró una media de 9 individuos atropellados por semana. En los 91,5 Km de los transectos se obtuvo un IKA de 0,198 Ind/km.

**Palabras clave:** *Pseudalopex sechurae*, *Leopardus colocolo*, IKA, zona de Kernel, noroeste del Perú.





## ABSTRACT

When a road network is installed, it fragments the habitat of vertebrates, what when moving from one place to another, are run over by vehicles that transit the road networks. The death of vertebrates was determined by running over the district road network of Tambogrande, Piura. It has two road networks (transects 01 and 02) that pass through cultivation areas, dry forests and populated centers. It was carried from January to June 2018, by motorcycle travel at constant speed of 25 km / h from 7:00 a.m. to 2:00 p.m., in samplings with a spatula and gloves, to the corresponding berm; date, hour, kilometer, coordinates, common name of the species, sex, age group, condition and zones of occurrence were recorded. A descriptive statistic and the kilometric index of abundance were made, and I applied Chi-squared to determine if there is a relationship between the taxonomic classes and zones of occurrence with transects; and he elaborated Kernel maps, showing the sections with more over run. 437 vertebrates were found run over in 04 classes, 12 orders, 23 families, 20 genera and 29 species. The Mammalia class with 226 run-over vertebrates, with *Pseudalopex sechurae* being the most affected with 107 individuals, Birds with 127, Reptilia 69 and Amphibia 15. 60.18% of the vertebrates were run over in cultivation areas. An average of 9 individuals were run over by a week. In the 91.5 km of the transects, an IKA of 0.198 Ind / km was obtained.

**Key words:** *Pseudalopex sechurae*, *Leopardus colocolo*, IKA, Kernel área, northwest Perú.

# ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	5
2.1. Zona de Estudio.....	5
2.2. Descripción del área de estudio.....	6
2.3 Metodología.....	7
2.3.1 Etapa de campo.....	7
2.3.1.1 Localización del punto de atropello.....	7
2.3.1.2 Toma de datos.....	7
2.3.1.3 Transporte de individuos atropellados.....	8
2.3.2 Etapa de laboratorio.....	8
2.3.2.1 Determinación de las especies de vertebrados.....	8
2.3.2.2 Análisis de resultados.....	8
2.3.2.3 Determinación del índice kilométrico de abundancia.....	9
2.3.2.4 Determinación de las zonas de	
Kernel.....	9
<b>III. RESULTADOS</b> .....	10
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	33
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Taxonomía y número de vertebrados atropellados en la red vial distrital de Tambogrande, departamento de Piura.	<b>10</b>
<b>Tabla 2:</b> Especie, número de individuos por ítems (grupo etario, sexo, condición y zona de ocurrencia) y porcentaje de vertebrados atropellados en la red vial distrital de Tambogrande, departamento de Piura.	<b>15</b>
<b>Tabla 3:</b> Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas según la clase taxonómica en los transectos de la red vial distrital Tambogrande.	<b>21</b>
<b>Tabla 4:</b> Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas según la zona de ocurrencia en los transectos de la red vial distrital Tambogrande.	<b>22</b>
<b>Tabla 5:</b> Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas en los transectos de la red vial distrital de Tambogrande.	<b>23</b>
<b>Tabla 6:</b> Total de vertebrados atropellados y porcentaje según su clase taxonómica por transecto en las 24 semanas de la red vial distrital de Tambogrande.	<b>23</b>
<b>Tabla 7:</b> Prueba de Chi cuadrado del número de vertebrados atropellados por clase taxonómica y los transectos en las 24 semanas, en la red vial distrital de Tambogrande.	<b>24</b>
<b>Tabla 8:</b> Distribución de vertebrados muertos por atropello según la zona de ocurrencia con los transecto en las 24 semanas de la red vial distrital de Tambogrande.	<b>24</b>
<b>Tabla 9:</b> Distribución de vertebrados atropellados según la zona de ocurrencia con los transecto en las 24 semanas aplicando Chi-cuadrado en la red vial distrital de Tambogrande.	<b>25</b>
<b>Tabla 10:</b> Número de vertebrados domésticos y silvestres atropellados en la red vial del distrito de Tambogrande.	<b>44</b>
<b>Tabla 11:</b> Distribución del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) por transecto de vertebrados.	<b>44</b>
<b>Tabla 12:</b> Distribución de IKAs por tramos de vertebrados atropellados en la red vial del distrito de Tambogrande.	<b>44</b>
<b>Tabla 13:</b> Vertebrados atropellados mensual durante el estudios, en la red vial distrital de Tambogrande.	<b>45</b>
<b>Tabla 14:</b> Código, punto de atropello, del individuo y las zonas de ocurrencia, en la red vial distrital de Tambogrande.	<b>46</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CONTENIDO

	Pág.
<b>Figura 1:</b>	Redes viales del distrito de Tambograde, departamento de Piura. 5
<b>Figura 2:</b>	Número de atropellos por clase taxonómica de vertebrados en la red vial distrital de Tambogrande. 11
<b>Figura 3:</b>	Vertebrado atropellado en la red vial distrital Tambogrande: <i>Rhinella marina</i> . 12
<b>Figura 4:</b>	Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (4a) <i>Callopistes flavipunctatus</i> , (4b) <i>Iguana iguana</i> . 12
<b>Figura 5:</b>	Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (5a) <i>Crotophaga sulcirostris</i> , (5b) <i>Mimus longicaudatus</i> . 13
<b>Figura 6:</b>	Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (6a) <i>Pseudalopex sechurae</i> , (6b) <i>Didelphis marsupialis</i> . 13
<b>Figura 7:</b>	Número de vertebrados atropellados por órdenes en la red vial distrital de Tambogrande. 14
<b>Figura 8:</b>	Número de vertebrados muertos por grupos etarios según orden, en la red distrital de Tambogrande. 17
<b>Figura 9:</b>	Número de vertebrados atropellados por sexo según orden, en la red distrital de Tambogrande. 18
<b>Figura 10:</b>	Número de vertebrados atropellados por su condición según orden, en la red vial distrital de Tambogrande. 19
<b>Figura 11:</b>	Número de vertebrados atropellados según las zonas de ocurrencia en la red vial de Tambogrande. 19
<b>Figura 12:</b>	Porcentaje de vertebrados domésticos y silvestres atropellados en la red vial distrital de Tambogrande. 20
<b>Figura 13:</b>	Índice Kilométrico de Abundancia en los transectos de la red vial distrital de Tambogrande. 26
<b>Figura 14:</b>	Índice Kilométrico de Abundancia por tramos utilizando las zonas de Kernel en la red vial distrital de Tambogrande. 27
<b>Figura 15:</b>	Puntos de acumulación por atropellos de vertebrados en la red vial distrital de Tambogrande. 28
<b>Figura 16:</b>	Zona de Kernel de la clase Amphibia en la red vial distrital 29

	Tambogrande.	
<b>Figura 17:</b>	Zona de Kernel de la clase Reptilia en la red vial distrital Tambogrande.	<b>30</b>
<b>Figura 18:</b>	Zona de Kernel de la clase Aves en la red vial distrital Tambogrande	<b>31</b>
<b>Figura 19:</b>	Zona de Kernel de la clase Mammalia en la red vial distrital Tambogrande.	<b>32</b>
<b>Figura 20:</b>	Recorridos realizados en las redes viales del distrito de Tambogrande portando chaleco reflectante.	<b>47</b>
<b>Figura 21:</b>	Observación de vertebrados atropellados en los carriles, bermas con el terreno adyacente en la red vial distrital Tambogrande.	<b>47</b>
<b>Figura 22:</b>	Colocación de las medidas de seguridad y la toma de datos del vertebrado atropellado durante los recorridos en la red vial distrital de Tambogrande.	<b>48</b>
<b>Figura 23:</b>	Retirando al vertebrado atropellado en la red vial distrital de Tambogrande para no volver a contabilizar en el próximo muestreo.	<b>48</b>
<b>Figura 24:</b>	<i>Iguana iguana</i> encontrado en condición fresco con manchas de sangre.	<b>49</b>
<b>Figura 25:</b>	<i>Simosciurus neboxii</i> encontrado en condición fresco con vísceras expuestas.	<b>49</b>
<b>Figura 26:</b>	<i>Pseudalopex sechurae</i> encontrado en condición fresco con exposición de tejidos.	<b>50</b>
<b>Figura 27:</b>	<i>Didelphis marsupiales</i> encontrado en condición descomposición con manchas verdes el tejido.	<b>50</b>
<b>Figura 28:</b>	<i>Didelphis marsupiales</i> encontrado en condición descomposición con putrefacción o hinchado.	<b>51</b>
<b>Figura 29:</b>	<i>Pseudalopex sechurae</i> encontrado en condición deshidratado.	<b>51</b>
<b>Figura 30:</b>	<i>Mimus longicaudatus</i> encontrado en condición deshidratado.	<b>52</b>
<b>Figura 31:</b>	<i>Callopistes flavipunctatus</i> encontrado en condición deshidratado.	<b>52</b>
<b>Figura 32:</b>	Codificación y colocación del vertebrado en bolsa con cremallera después de haberle inyectado formol al 10 %, durante el recorrido de la red vial distrital de Tambogrande.	<b>53</b>
<b>Figura 33:</b>	<i>Dicrodon guttulatum</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>53</b>



<b>Figura 34:</b>	<i>Boa constrictor ortonii</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>54</b>
<b>Figura 35:</b>	<i>Micrurus tschudii</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>54</b>
<b>Figura 36:</b>	<i>Ardea alba</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>55</b>
<b>Figura 37:</b>	<i>Zenaida auriculata</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>55</b>
<b>Figura 38:</b>	<i>Zenaida meloda</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>56</b>
<b>Figura 39:</b>	<i>Leptotila verreauxi</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>56</b>
<b>Figura 40:</b>	<i>Athene cunicularia</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>57</b>
<b>Figura41:</b>	<i>Glaucidium peruanum</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>57</b>
<b>Figura 42:</b>	<i>Amazilia amazilia</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>58</b>
<b>Figura 43:</b>	<i>Forpus coelestis</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>58</b>
<b>Figura 44:</b>	<i>Furnarius leucopus</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>59</b>
<b>Figura 45:</b>	<i>Campylorhynchus fasciatus</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>59</b>
<b>Figura 46:</b>	<i>Poliophtila plumbea</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>60</b>
<b>Figura 47:</b>	<i>Piezorhina cinérea</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>60</b>
<b>Figura 48:</b>	<i>Dives warszewiczi</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>61</b>
<b>Figura 49:</b>	<i>Simosciurus neboxii</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>61</b>
<b>Figura 50:</b>	<i>Rattus norvegicus</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>62</b>
<b>Figura 51:</b>	<i>Canis lupus familiaris</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>62</b>
<b>Figura 52:</b>	<i>Felis catus</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>63</b>
<b>Figura 53:</b>	<i>Leopardus colocolo</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande.	<b>63</b>
<b>Figura 54:</b>	<i>Conepatus semistriatus</i> , encontrado en la red vial distrital Tambogrande	<b>64</b>

## I. INTRODUCCION

Las carreteras y autopistas causan un impacto a los hábitats y ecosistemas que no se circunscribe exclusivamente al espacio directamente afectado en el momento que son construidas. Estas infraestructuras afectan directa e indirectamente la estructura, dinámica, función y composición de especies de los ecosistemas que atraviesan (Spellerberg, 1998).

Entre los impactos generados o inducidos por las carreteras se asume la destrucción de flora y fauna al momento de la construcción, la modificación y alteración del ambiente físico y químico en su entorno inmediato, la modificación del comportamiento de las especies, la facilitación del proceso de dispersión de especies autóctonas y exóticas, la aceleración de cambios en el uso de la tierra por los seres humanos y la pérdida de conectividad entre ecosistemas por la fragmentación y el efecto barrera (Arévalo & Newhard, 2011).

En términos de las secuelas directas a la biodiversidad, si bien las carreteras favorecen la expansión del área de distribución de especies de plantas y animales invasores, también actúan como barreras para el movimiento de animales, lo cual reduce la conectividad de sus poblaciones y aumentan la fragmentación de su hábitat. Por encima de estas consecuencias, lo que ilustra de manera más cruda el impacto negativo que tienen en la biodiversidad es la muerte de vertebrados silvestres por atropellamiento (Puc, Delgado, Mendoza, & Suazo, 2013).

Con el desarrollo de las ciudades y el aumento de las poblaciones humanas ha llevado al incrementado de las construcciones de las redes viales, con lo cual, ha surgido una nueva fuente de mortandad de animales que se ha venido convirtiendo en una amenaza cada vez mayor para las poblaciones de animales involucrados (Arroyave *et al.*, 2006).

El término “atropello” (“roadkill” en inglés) se refiere al hallazgo de animales muertos que se encuentran en los caminos a causa de colisiones con vehículos. El efecto de los atropellos puede ser una causa significativa de muerte de algunas poblaciones de fauna silvestre (Gottdenker, Wallace, & Gómez, 2001).

Los atropellos pueden perjudicar a las poblaciones de fauna de todas las categorías con mayor énfasis a aquellas que están en peligro de extinción. Por ejemplo, el atropello por autos fue una de las más importantes causas de muerte del puma de Florida (*Puma concolor coryi*), una sub-especie de puma en peligro de extinción (Foster & Humphrey, 1995).

Diversas investigaciones se han realizado en el mundo, sobre todo en Estados Unidos, Australia y algunos países europeos, las cuales revelan cifras preocupantes del número de animales atropellados y la amenaza que esto representa para algunas especies en el futuro. En Estados Unidos, el Centro de Investigación para la Vida Silvestre (CIVS) ha estimado que diariamente es atropellado un millón de animales en todas las autopistas del país (Noos, 2002).

En España mueren al menos 10 millones de animales cada año; en Finlandia ha habido una disminución en la densidad de la población de aves terrestres y en Canadá se ha observado una reducción significativa de la tortuga mordedora provocada por la alta mortalidad (Cupul, 2002).

Se estima que 10 millones de aves y 100 mil zorros mueren atropellados por año en las carreteras de Inglaterra (Gottdenker *et al.*, 2001).

La mortalidad de vertebrados en carreteras es un problema generalizado alrededor del mundo, pero poco documentado en Colombia. En las carreteras colombianas, especialmente en la Costa Atlántica y en el Departamento del Cesar hay un mayor impacto sobre la fauna silvestre. No se puede despreciar el efecto local de las vías alrededor de Medellín y demás municipios del Valle de Aburrá, donde la colisión de fauna con automóviles se extiende a otros grupos de vertebrados, ya que las reservas de fauna son puntuales, amenazadas además por la construcción y habitación masiva de las laderas de la ciudad, donde importante fauna local ha desaparecido (Agudelo, 2011).

Los organismos perjudicados por el atropellamiento abarcan a los principales grupos de vertebrados: anfibios, aves, reptiles y mamíferos, si bien estos últimos parecen encontrarse entre los más afectados. Se ha documentado que los animales jóvenes e inexpertos junto con los que son atraídos por el alimento disponible en la

carretera o sus márgenes (por ejemplo, brotes nuevos de vegetación, animales muertos o en reposo, insectos) son los más susceptibles de ser atropellados. De igual manera, las serpientes y lagartos que utilizan las carreteras como fuente de calor suelen verse fuertemente afectados (Puc *et al.*, 2013).

Las investigaciones realizadas sobre atropellamientos se centran en el estudio de los patrones de mortalidad de la fauna de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. Un estudio se centró en la carretera costera del estado de Michoacán (México), observados a lo largo de diez recorridos de muestreo realizados entre 2010 y 2011. La estimación aproximada del número total de animales muertos en un año en el tramo estudiado de la carretera en Oaxaca, obtenida a partir de multiplicar el número promedio de animales atropellados por día, arroja un total de 1 646 individuos (Attademo *et al.*, 2011 y Puc *et al.*, 2013).

En un estudio realizado en la ciudad de Popayán y el municipio del Patía (Colombia) según (Castillo, Urmendez, & Zambrano, 2015) el grupo de los mamíferos conto mayor incidencia de atropellos con 362 individuos de 10 especies. *Didelphis marsupialis* con un 61,6% fue la especie más frecuente en los registros, seguida de *Canis lupus familiaris* con un 17,9% y *Felis catus* con 8,6%. El segundo grupo con mayor número de individuos atropellados fueron los anfibios con 288 registros, representado únicamente por *Rhinella marina*.

Seijas, Araujo, & Velásquez, (2013) realizaron un estudio en las carreteras del estado Portuguesa (Venezuela); de los 26 recorridos realizados, se localizaron 464 cadáveres: 66 aves (25 especies), 130 mamíferos (15 especies) y 268 reptiles (18 especies). Los individuos de las cinco especies más frecuentemente atropelladas (*Leptodeira annulata*, *Didelphis marsupialis*, *Caiman crocodilus*, *Helicops angulatus* y *Pseudoboa neuwiedii*) representaron más de la mitad (51,5%) de los cadáveres localizados. Las aves carroñeras y rapaces (ordenes Cathartiformes, Strigiformes, Falconiformes y Accipitriformes) representaron 48,5%.

Las especies que fueron atropellados en las carreteras de la ciudad de Antioquia (Colombia) en mayor número fueron *Didelphis marsupialis* (48,6%) y *Leopardus tigrinus* (11,4%). También *Coendou rufescens*, *Sciurus granatensis* y los ratones no

identificados (cada uno representado en el 5,7 % de los atropellos). En menor medida se encontraron a *Didelphis pernigra*, *Chironectes minimus*, *Nasuella olivacea*, *Cerdocyon thous*, *Puma yagouaroundi*, *Mustela frenata*, *Bassaricyon neblina* y *Sylvilagus brasiliensis* (cada uno representando el 2,9 % de las muertes) (Delgado, 2014).

En las redes viales de la ciudad de Coquimbo (Chile), se registró un total de 157 individuos atropellados correspondientes a 32 especies distribuidos en anfibios (01), reptiles (03), aves (18) y mamíferos (09). 04 especies son endémicas de Chile como “sapo de rulo” (*Rhinella arunco*), “iguana” (*Callopiastes maculatus*), “culebra de cola corta” (*Tachymenis chilensis*), “coipo” (*Myocastor coypus*) y “quique” (*Galictis cuja*), especies que se encuentran en estado de conservación vulnerable según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medioambiente de Chile (Chávez, 2018).

Debido al conocido impacto de las carreteras sobre los ecosistemas en general y sobre la fauna silvestre en particular, se hace necesario implementar medidas de mitigación. Sin embargo, esas medidas sólo pueden ser llevadas a cabo de manera efectiva cuando están basadas en estudios detallados que determinen, entre otras cosas: la periodicidad de los atropellos, su relación con el flujo vehicular, las especies más afectadas, la disposición espacial de los atropellos y su relación con las características del paisaje a lo largo del cual la carretera transcurre (Andrews & Gibbons, 2005).

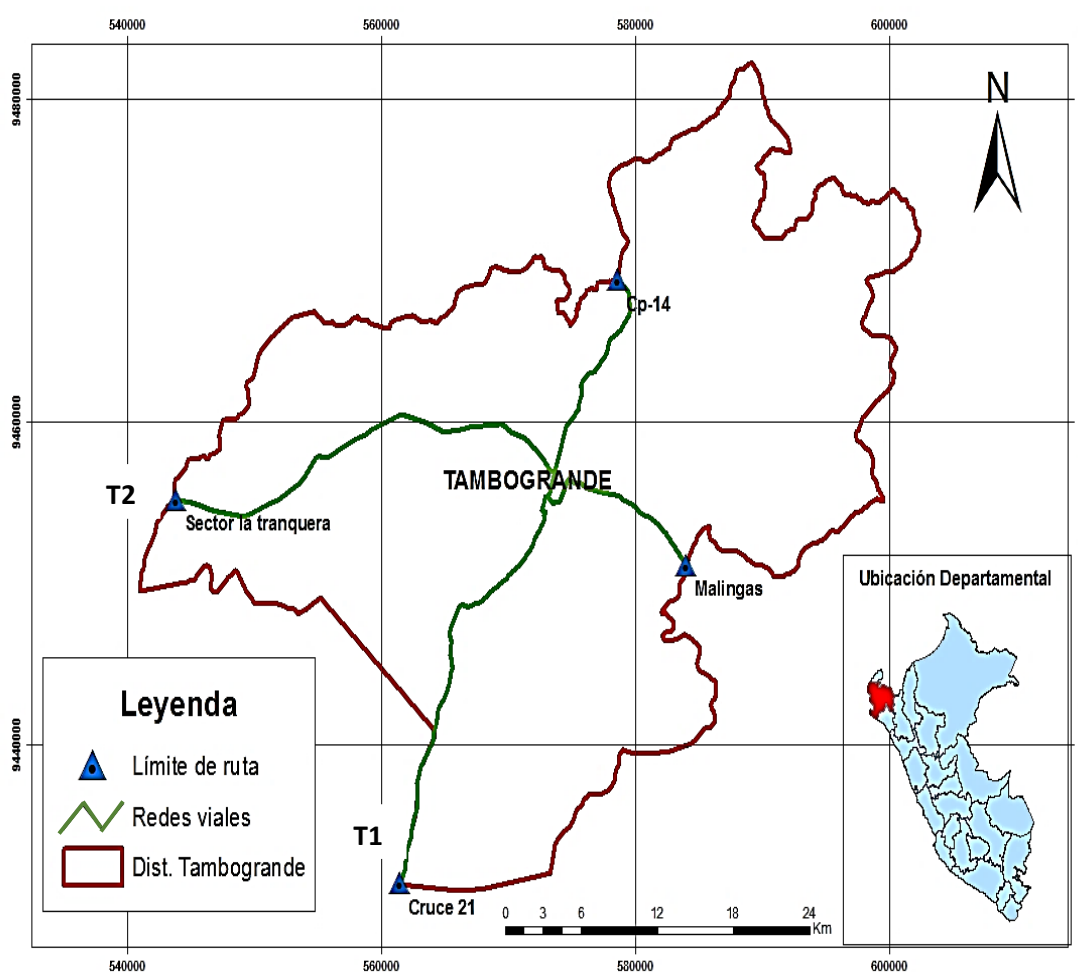
En Perú son escasos los estudios sobre atropellos de vertebrados en las redes viales. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue encontrar los vertebrados muertos por atropello en la red vial distrital de Tambogrande, Piura.



## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Zona de estudio

El estudio se realizó en la red vial distrital de Tambogrande ubicado entre los paralelos  $4^{\circ}55'36''$  LS Y  $80^{\circ}20'40''$  LO (Google Earth, 2018), abarca dos vías que se han agrupado en dos transectos: Transecto 01 que comprende el Km 21 hasta CP-14 y consta de 44 km. Transecto 02 abarca desde el sector la Tranquera hasta Malingas y consta de 47,5 Km (Modificado de Gonzaga, 2012) (Fig. 1).



**Figura 1:** Redes viales del distrito de Tambogrande, departamento de Piura.

## 2.2. Descripción del área de estudio

El distrito de Tambogrande limita por el noroeste con la provincia de Sullana y por el norte con el distrito de Las Lomas, por el este con los distritos de Frías y Sapollica, por el sureste con el distrito de Chulucanas, y por el sur con la provincia de Piura y distrito de Castilla (Gonzaga, 2012)

Posee dos vías principales, por el sur empieza con el transecto 01 que abarca los tramos Cruce 21- El Carmen, es una red vial de 10 metros de ancho con carpeta asfáltica, una vía que consta de dos carriles, con berma a ambos lados de 1,5 metros de ancho y señalizado totalmente, con badenes y 27 alcantarillas, es un tramo de bosque seco donde se encuentra flora siendo los más abundantes *Prosopis pallida*, *Colicodendron scabridum* y fauna con *Pseudalopex sechurae* el más numeroso que habita en este tramo, se encuentran Centros poblados, pozos de agua que en la época de sequía están desabastecidos, Hualtaco II - Sector 8-4 y Cp 15 - Cp 14 tramos donde encontramos zonas de ocurrencia como acequias, centros poblados (El Carmen, Locuto) y zona de cultivo que predominan *Mangifera indica*, *Musa paradisiaca* y *Oryza sativa*.

Por el noroeste inicia el transecto 02 La Tranquera – Malingas, vía con dos carriles con carpeta asfáltica, bermas ambos lados y en su trayecto presenta cinco puentes, es una vía transitada por vehículos mayores y menores. Presenta los tramos de Valle Hermoso - Luchadores compuesto de bosque seco, centros poblados (Manco Inca, Chica Alta, Pedregal Chico), zonas de cultivos, acequias, pozos de agua, Ayar Auca - Sinchi Roca, Pedregal - Huaca Blanca y La Pala – Malingas, presenta zonas de ocurrencia como acequias, pozos de agua y cultivos como *Mangifera indica*, *Citrus limon*, *Musa paradisiaca* y *Vitis vinifera* entre otros. El último tramo presenta las características de una vía de dos carriles de 6 metros de ancho asfaltada, es una vía de tránsito solo de vehículos menores (Modificado de Gonzaga, 2012).

Tambogrande presenta un clima tropical y seco, con una temperatura promedio anual de 24.7 °C, que en el verano supera los 35°C, pudiendo llegar hasta 40°C cuando se presenta el Fenómeno del Niño. La época de lluvias es entre enero y marzo. Humedad relativa promedio anual 66 %, presenta un tipo de bosque seco ralo de llanura

aluvial, en su espacio es atravesado por el río Piura que divide en dos al distrito margen izquierda y derecha (Gobierno Regional, 2006).

## **2.3. Metodología:**

Durante los seis meses de estudio entre enero 2018 y junio 2018, se realizaron los recorridos en moto lineal acompañado con un colaborador portando un chaleco reflectante (MTC, 2014) (Fig. 20), a una velocidad constante de 25 km/h una vez por semana por transecto. En el transecto 01 se empezó el día uno de evaluación desde 7:00 am hasta las 2:00 pm, el transecto 02 el segundo día desde 7:00 am hasta la 2:00 pm. Los muestreos fueron rotativos cada semana (Modificado de Castillo *et al.*, 2015).

### **2.3.1. Etapa de campo**

#### **2.3.1.1. Localización del punto del atropello**

Durante el recorrido en moto se observó el ancho de los carriles y las bermas, así mismo con énfasis en el límite de la berma con el terreno adyacente a él, para evitar perder algún individuo que se encuentre allí, como todo indicio de la presencia de muerte de los vertebrados (Modificado de Delgado, 2007) (Fig. 21).

#### **2.3.1.2. Toma de datos**

Ubicado el vertebrado atropellado en la carretera se estacionó la moto lineal con foco intermitente encendido, a cuatro metros se colocó dos conos de seguridad, arco reflectante a 50 metros del individuo (MTC, 2014) (Fig. 22). Se colocó una regla graduada de 5 cm por espacio al costado para tener referencia del tamaño del vertebrado (Heyer, Maureen, & Donnelly, 2001). Se tomó una fotografía se codificó (Tabla 14). Esto se realizó en el menor tiempo posible. Luego los individuos evaluados se removieron usando una espátula y guantes a la berma correspondiente (Fig. 23); se registró: fecha, hora, kilometro, coordenadas, nombre común de la especie, clase taxonómica, sexo, grupo etario y condición del individuo y las zonas de ocurrencia cerca del punto de atropello (Tabla 14). Tomados los datos, todos los individuos evaluados fueron retirados de la zona de atropello a 5 metros del límite de la berma, para evitar doble registro (Modificado de Castillo *et al.*, 2015).

Para determinar la condición del individuo en el estado que se encontró durante la evaluación en los muestreos realizados se utilizó las siguientes características: Fresco (estado que abarca las primeras 24 horas después del atropello se encontró el vertebrado con presencia de sangre acumulada en zona del atropello y el individuo mismo, exposición de viseras y tejidos). (Fig. 24), (Fig. 25) y (Fig. 26).

Descomposición (se inicia después de las 24 horas hasta una semana, presencia de mancha verde, aspecto macrosómico o hinchado, olor fétido, fenico, láctico olor ácido sulfúrico y presencia de larvas de moscas). (Fig. 27), (Fig. 28). Deshidratado (estado seco se aprecia restos de piel, huesos, uñas, cabellos se mantiene un aroma a lácteo fermentado). (Fig. 29), (Fig. 30) y (Fig. 31) (Modificado de Arnaldos, García, & Presa, 2011).

### **2.3.1.3. Transporte de individuos atropellados**

Cuando el individuo menor de 500 gr no fue determinado en campo se inyecta formol al 10% con jeringa de 5 cc, se colocó en bolsa con cremalleras, se rotuló con el código de la fotografía (Fig. 24). Si el individuo excedía los 500 gr, se colocó en una bolsa grande rotulada dentro de un cooler con hielo. En ambos casos se trasladaron al laboratorio de zoología de vertebrados de la Universidad Nacional de Piura (UNP) para su determinación.

## **2.3.2. Etapa de laboratorio**

### **2.3.2.1. Determinación de las especies de vertebrados**

Se utilizó las guías de Mamíferos (Feer & Emmon, 1999); Anfibios (O'shea & Halliday, 2001 y Rodriguez, Cordova, & Icochea, 1993); Reptiles, (Dixon & Huey, 1970 y Carrillo & Icochea, 1995), Aves (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010 y Ugaz & Saldaña, 2014).

### **2.3.2.2. Análisis de resultados**

Se realizó una estadística descriptiva con el propósito de obtener la media y la moda del número de atropellos, así como el máximo y el mínimo de atropellos que se presentó semanalmente, utilizando el paquete estadístico

SPSS.V 20 (Gumier & Sperber, 2009). Se aplicó Chi-cuadrado para determinar si existe una relación entre los transectos con las clases taxonómicas y las zonas de ocurrencia donde fueron encontrados los vertebrados atropellados. Se realizó la conjetura, hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alternativa ( $H_1$ ) (Castillo *et al.*, 2015).

### **2.3.2.3. Determinación de Índice Kilométrico de Abundancia**

Se realizó el índice kilométrico de abundancia (IKA) (Ferry & Frochot, 1958) que corresponde a una medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos, de manera que permite comparar transectos 01 y 02 (Castillo *et al.*, 2015) y también por tramos para visualizar las zonas más afectadas de acuerdo a las zonas de Kernel.

$$IKA = N^{\circ} A / (N^{\circ} km * N^{\circ} R)$$

Donde:

- IKA = Índice kilométrico de Abundancia
- $N^{\circ} A$  = Número de atropellos
- $N^{\circ} km$  = Número de kilómetros recorridos
- $N^{\circ} R$  = Número de veces recorridos.

### **2.3.2.4. Determinación de las zonas de Kernel**

Con los datos obtenidos de los puntos de atropello marcados con GPS Garmin Etrex, durante el recorrido de cada transecto en la zona de estudio de la red vial distrital de Tambogrande. Permitted determinar en qué tramos de los transectos se presentó los puntos de acumulación de mayor número de vertebrados atropellados; se elaboró mapas en el programa ArcGis versión 10.1, (Modificado de Moreno, 1991).



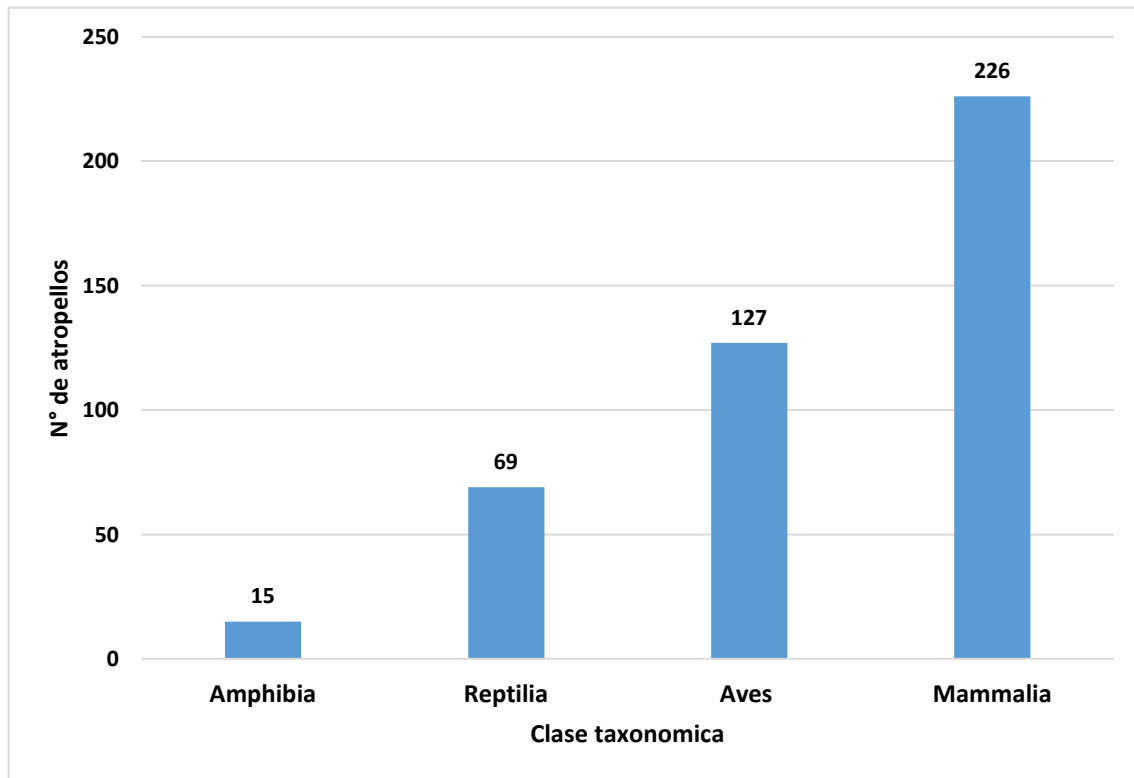
### III. RESULTADOS

Se hallaron 437 vertebrados atropellados, pertenecientes a 04 clases, 12 órdenes, 23 familias, 28 géneros y 29 especies, en la red vial del distrito de Tambogrande, departamento de Piura (Tabla 1).

**Tabla 1:** Taxonomía y número de vertebrados atropellados en la red distrital de Tambogrande, departamento de Piura.

Clase	Orden	Familia	Especie	N° de individuos
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	15
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	17
		Teiidae	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	32
Reptilia	Squamata		<i>Dicrion don guttulatum</i>	9
		Boidae	<i>Boa constrictor ortonii</i>	9
		Elapidae	<i>Micrurus tschudii</i>	2
	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	1
			<i>Zenaida auriculata</i>	1
	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	10
			<i>Leptotila verreauxi</i>	1
	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	37
	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	15
			<i>Glaucidium peruanum</i>	1
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	1
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	3
		Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	9
		Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	4
	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	36
		Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	1
		Thraupidae	<i>Piezorhina cinerea</i>	3
		Icteridae	<i>Dives warszewiczi</i>	4
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	65
		Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	5
	Rodentia	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	2
		Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	28
Mammalia			<i>Pseudalopex sechurae</i>	107
	Carnivora	Felidae	<i>Felis catus</i>	9
			<i>Leopardus colocolo</i>	1
		Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	9
TOTAL	12	23	29	437

En la Tabla 1, el número de individuos que presenta mayor atropellados es la clase Mammalia (226 ind.), siendo los más afectados *Pseudalopex sechurae*, *Didelphis marsupialis*, Aves (127 ind.) *Crotophaga sulcirostris*, *Mimus longicaudatus*, Reptilia (69 ind.) *Callopistes flavipunctatus* y finalmente Amphibia (15 ind.) (Fig. 2).



**Figura 2:** Número de atropellos por clase taxonómica de vertebrados en la red distrital de Tambogrande.

Las Figuras presentan algunas de las especies atropelladas más numerosas de cada clase de vertebrados como *Rhinella marina* (3) (Amphibia); *Callopistes flavipunctatus* (4a), *Iguana iguana* (4b) (Reptilia); *Crotophaga sulcirostris* (5a), *Mimus longicaudatus*, (5b) (Aves) y *Pseudalopex sechurae*, (6a), *Didelphis marsupialis* (6b) (Mammalia).



**Figura 3:** vertebrado atropellado en la red vial distrital Tambogrande: *Rhinella marina*.



**Figura 4:** Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (4a) *Callopistes flavipunctatus*, (4b) *Iguana iguana*.





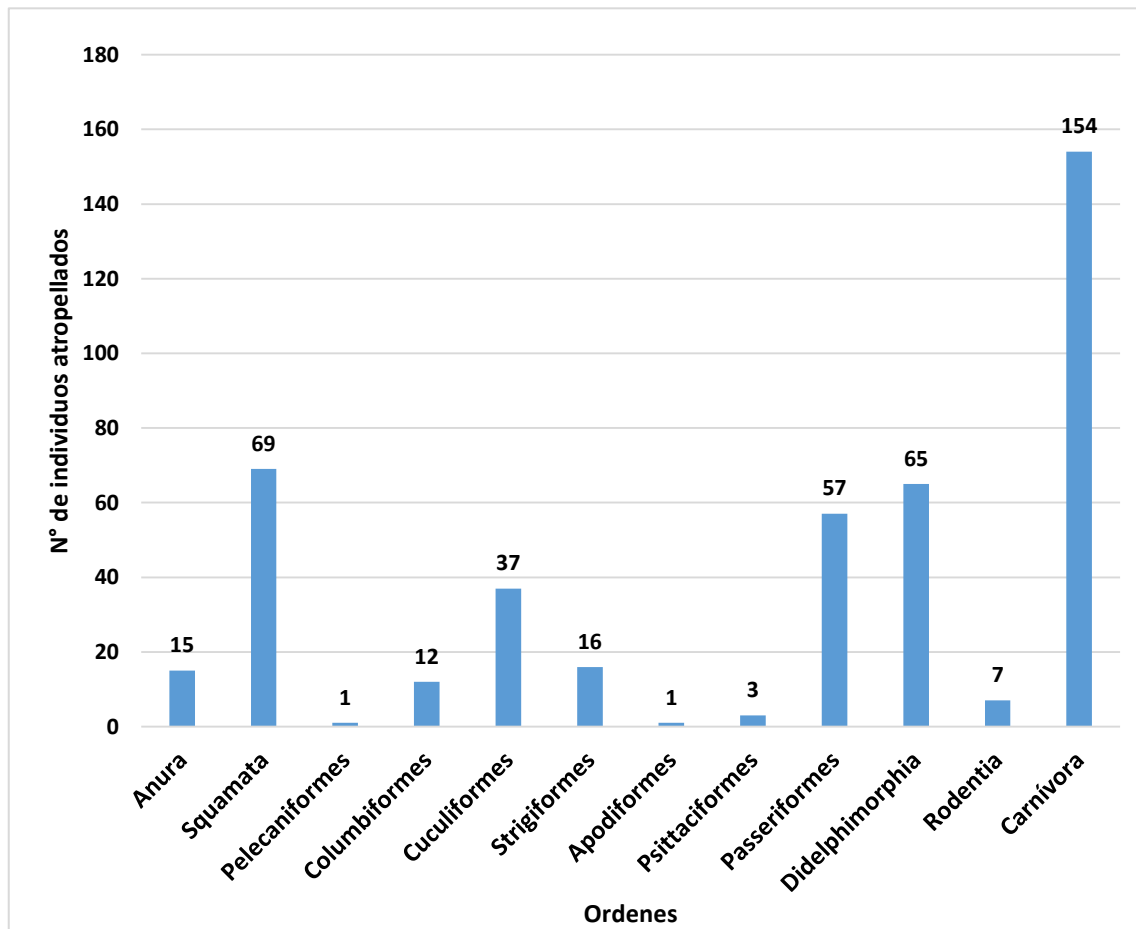
**Figura 5:** Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (5a) *Crotophaga sulcirostris*, (5b) *Mimus longicaudatus*.



**Figura 6:** Vertebrados atropellados en la red vial distrital Tambogrande: (6a) *Pseudalopex sechurae*, (6b) *Didelphis marsupialis*.

Se determinó 12 órdenes de vertebrados donde los que presentan más de 30 individuos atropellados son Carnivora (154 ind.), Squamata (69 ind.), Didelphimorphia (65 ind.), Passeriformes (57 ind.), Cuculiformes (37 ind.); entre 3 a 16 individuos son Strigiformes (16 ind.), Anura (15 ind.), Columbiformes (12 ind.), Rodentia (7 ind.) y

Psittaciformes (3 ind.); mientras que los órdenes que presentaron solo un individuo fueron Pelecaniformes y Apodiformes (Fig. 7).



**Figura 7:** Número de vertebrados atropellados por órdenes en la red vial distrital de Tambogrande.

La tabla 2 muestra el número de especies de vertebrados atropellados por cada ítems estudiados como: grupo etario, sexo, condición del individuo y zona de ocurrencia; y además los porcentajes totales por cada ítems.

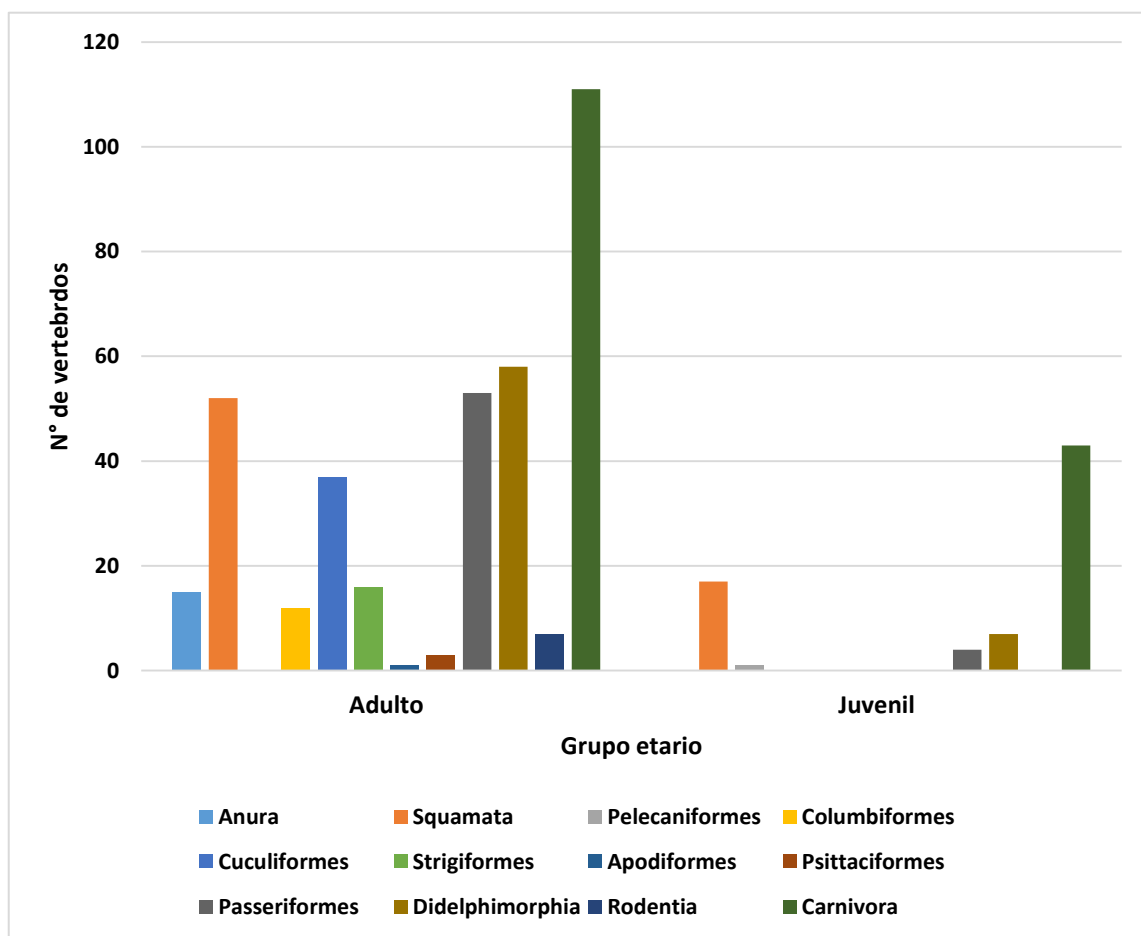
**Tabla 2:** Especie, número de individuos por ítems (grupo etario, sexo, condición del individuo y zona de ocurrencia) y porcentaje de vertebrados atropellados, en la red vial distrital Tambogrande, departamento de Piura.

Especie	GRUPO ETARIO		SEXO			CONDICION			ZONA DE OCURRENCIA				
	A	J	M	H	NI	F	ED	D	ZC	A	PA	BS	C P
<i>Rhinella marina</i>	15		5	3	7	7	1	7	3	9	2	1	
<i>Iguana iguana</i>	12	5	6	11		15		2	16			1	
<i>Callopistes flavipunctatus</i>	26	6	10	17	5	23	2	7	16			16	
<i>Dicrodon guttulatum</i>	4	5	5	4		8		1	3			6	
<i>Boa constrictor ortonii</i>	8	1	7	2		4	3	2	8	1			
<i>Micrurus tschudii</i>	2			1	1	1		1	1			1	
<i>Ardea alba</i>		1		1		1					1		
<i>Zenaida auriculata</i>	1			1		1			1				
<i>Zenaida meloda</i>	10		3	5	2	7		3	10				
<i>Leptotila verreauxi</i>	1			1		1			1				
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	37		17	16	4	29		8	35			2	
<i>Athene cunicularia</i>	15		1	10	4	10	1	4	11			4	
<i>Glaucidium peruanum</i>	1				1			1	1				
<i>Amazilia amazilia</i>		1			1	1						1	
<i>Forpus coelestis</i>	3		2	1		3			1			2	
<i>Furnarius leucopus</i>	9		3	6		9			8			1	
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	3	1		2	2	2		2	4				
<i>Mimus longicaudatus</i>	33	3	15	17	4	29		7	24			12	
<i>Polioptila plumbea</i>	1		1			1						1	
<i>Piezorhina cinerea</i>	3		1	2		3						3	
<i>Dives warszewiczi</i>	4		3		1	3		1	4				
<i>Didelphis marsupialis</i>	58	7	27	35	3	29	18	18	60	5			
<i>Simosciurus neboxii</i>	5		4	1		4	1		5				

<i>Rattus norvegicus</i>	2				2	1		1	2				
<i>Canis lupus familiaris</i>	28		16	12		8	16	4	17			5	6
<i>Pseudalopex sechurae</i>	70	37	49	43	15	29	32	46	19		1	87	
<i>Felis catus</i>	7	2	5	3	1	4	3	2	7			1	1
<i>Leopardus colocolo</i>	1			1		1			1				
<i>Conepatus semistriatus</i>	5	4	5	2	2	3	3	3	5	1		3	
<b>TOTAL</b>	<b>364</b>	<b>73</b>	<b>185</b>	<b>197</b>	<b>55</b>	<b>237</b>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>263</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>147</b>	<b>7</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>83,30%</b>	<b>16,70%</b>	<b>42,33%</b>	<b>45,08%</b>	<b>12,59%</b>	<b>54,23%</b>	<b>18,31%</b>	<b>27,46%</b>	<b>60,18%</b>	<b>3,66%</b>	<b>0,92%</b>	<b>33,64%</b>	<b>1,60%</b>

**LEYENDA:** A: Adulto, J: Juvenil, M: Macho, H: Hembra, NI: No identificado, F: Fresco, ED: En descomposición, D: Deshidratado  
 ZC: Zona de cultivo, A: Acequia, PA: Pozo de agua, BS: Bosque seco, C.P: Centro poblado

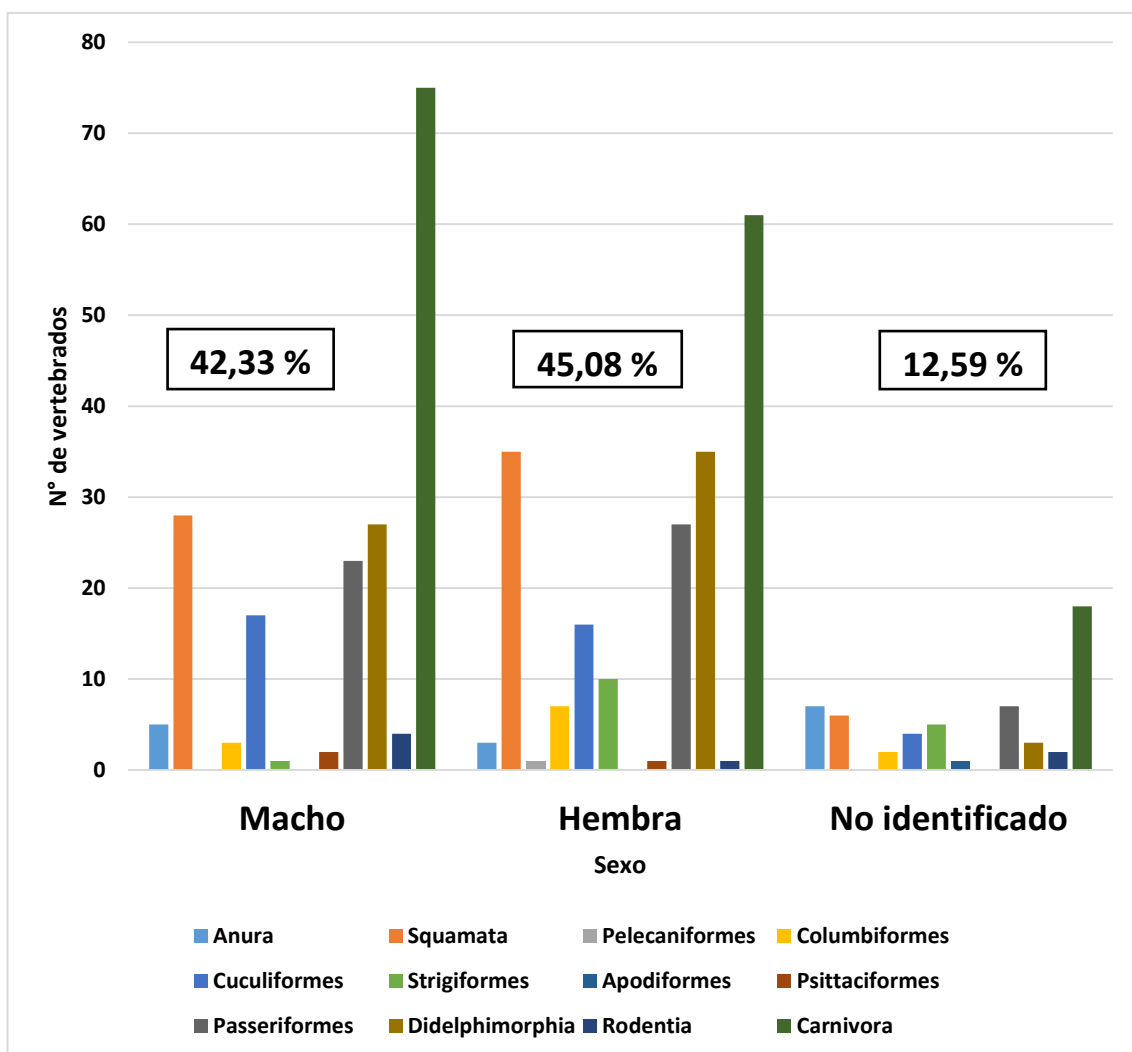
En el ítem de grupo etario se encontraron 364 vertebrados adultos atropellados (83,30 %) y 73 juveniles (16,70 %). Según los órdenes Anura con (15) adultos; Squamata con (52) adultos y (17) juveniles; Pelecaniformes (1) juvenil; Columbiformes (12) adultos; Cuculiformes (37) adultos; Strigiformes (16) adultos; Apodiformes (1) juvenil; Psittaciformes (3) adultos; Passeriformes (53) adultos y (4) juveniles; Didelphimorphia (58) adultos y (7) juveniles; Rodentia (7) adultos; Carnívora (111) adultos y (43) juveniles (Tabla 2) y (Fig. 8).



**Figura 8:** Número de vertebrados muertos por grupos etarios según orden, en la red distrital de Tambogrande.

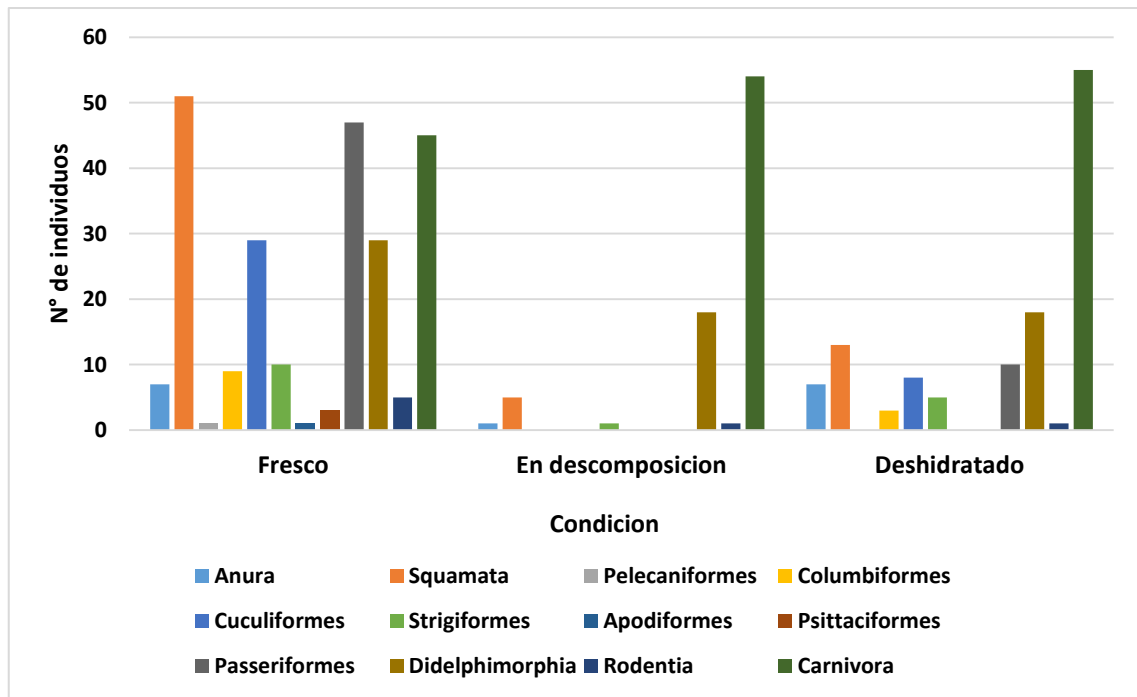
De los 437 vertebrados atropellados se determinó el sexo siendo el (45,08 %) hembras y el (42,33 %) fueron machos, (12,59 %) individuos no se reconoció el sexo por las malas condiciones en que se encontraba su estado (Tabla 2) (Fig. 9).





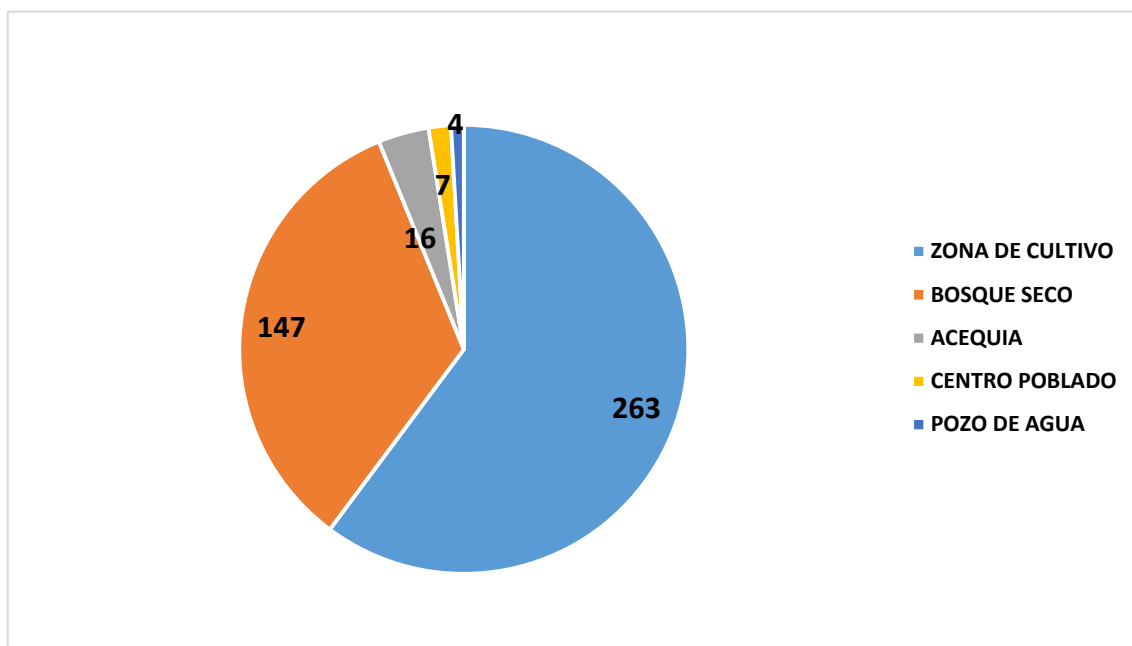
**Figura 9:** Número de vertebrados atropellados por sexo según orden, en la red vial distrital de Tambogrande.

De los 437 vertebrados atropellados (237) vertebrados se encontró en condición frescos, (80) en condición de descomposición y (120) deshidratados. La condición del estado del vertebrado atropellado se determinó de acuerdo a las características descritas en la metodología (Tabla 2) (Fig. 10).



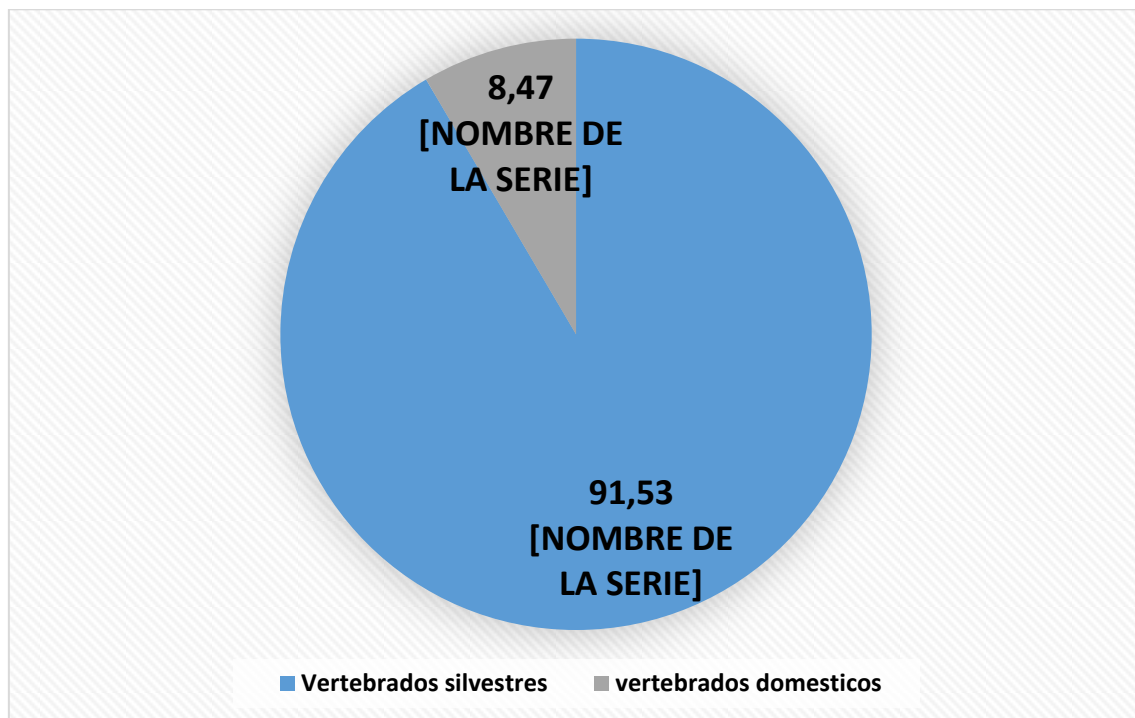
**Figura 10:** Número de vertebrados atropellados por su condición según orden, en la red vial distrital de Tambogrande.

En las zonas de ocurrencia se encontraron 263 vertebrados atropellados en la zona de cultivo (60,18 %), bosque seco 147 individuos (33,64 %), acequias 16 individuos representa (3,66 %), 7 individuos en centro poblado (1,60 %) y pozos de agua 4 individuos (0,92 %) (Tabla 2) (Fig. 11).



**Figura 11:** Número de vertebrados muertos según las zonas de ocurrencia en la red vial de Tambogrande.

En la tabla 10, se muestran los vertebrados atropellados tanto domésticos como silvestres, en número de individuos y porcentaje; donde los vertebrados silvestres con un total de 400 individuos atropellados representan el 91,53% del total, y los vertebrados domésticos con 37 individuos, que constituye el 8,47% (Fig. 12).



**Figura 12:** Porcentaje de vertebrados domésticos y silvestres atropellados en la red vial de Tambogrande.

Los atropellos por semana según la clase taxonómica; en el transecto 01, la clase Amphibia presenta una media de 0,21 individuos; mientras que la clase Mammalia presenta el valor más alto con 5,21 individuos atropellados por semana, teniendo un máximo de muertes de estas clases de 1 y 35 individuos respectivamente. En el transecto 02: la clase Amphibia presenta 0,42 y la Mamamlia 4,21 individuos de vertebrados atropellados, teniendo un máximo de muertes de estas clases de 2 y 7 individuos respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 4:** Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas según la clase Taxonómica en los transectos de la red vial distrital Tambogrande.

		Amphibia	Reptilia	Aves	Mammalia
Transecto 01	Media	0,21	1,33	2,71	5,21
	Moda	0	0	3	2
	Mínimo	0	0	0	0
	Máximo	1	4	13	35
	Suma	5	32	65	125
Transecto 02	Media	0,42	1,54	2,58	4,21
	Moda	0	0	1	5
	Mínimo	0	0	0	0
	Máximo	2	5	10	7
	Suma	10	37	62	101
Total	Media	0,31	1,44	2,65	4,71
	Moda	0	0	1	2
	Mínimo	0	0	0	0
	Máximo	2	5	13	35
	Suma	15	69	127	226

La tabla 5, presenta las medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados por semana según las zonas de ocurrencia; donde el transecto 01, muestra 5,92 individuos atropellados en el bosque seco y 3,04 las zonas de cultivo, siendo ambas las zonas que presentan los más altos valores de atropello en este transecto, presentando un máximo de 41 y 8 individuos atropellados respectivamente. El transecto 02, es la zona de cultivo la que resalta con 7,92 individuos atropellados y acequias con 0,50 individuos atropellados, presentado un máximo de 13 y 4 individuos respectivamente.

**Tabla 5:** Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas según la zona de ocurrencia en los transectos de la red vial distrital Tambogrande.

		Acequias	Zona de cultivo	Pozo de agua	Bosques seco	Centros poblados
Transecto 01	Media	0,17	3,04	0,17	5,92	0,17
	Moda	0	2	0	4	0
	Mínimo	0	1	0	1	0
	Máximo	1	8	2	41	1
	Suma	4	73	4	142	4
Transecto 02	Media	0,50	7,92	0,00	0,21	0,13
	Moda	0	7	0	0	0
	Mínimo	0	2	0	0	0
	Máximo	4	13	0	2	2
	Suma	12	190	0	5	3
Total	Media	0,33	5,48	0,08	3,06	0,15
	Moda	0	2	0	0	0
	Mínimo	0	1	0	0	0
	Máximo	4	13	2	41	2
	Suma	16	263	4	147	7

De manera general en la tabla 6, el número de vertebrados atropellados por semana por transecto; en el transecto 01, se encontró un promedio de (9,46 individuos) vertebrados atropellados por semana, y un máximo de (52 individuos). Para el transecto 02, se encontró un promedio de (8,75 individuos) por semana y un máximo de (15 individuos). Se resalta que el total de individuos atropellados por cada transecto fue de 227 individuos y 210 individuos respectivamente.

**Tabla 6:** Medidas estadísticas del número de vertebrados atropellados en las 24 semanas en los Transectos de la red vial distrital de Tambogrande.

	Media	Moda	Mínimo	Máximo	Suma
Transecto 01	9,46	10	2	52	227
Transecto 02	8,75	7	2	15	210
Total	9,10	7	2	52	437

La tabla 7, presenta la distribución de los vertebrados atropellados en total, según su clase taxonómica con el transecto, y su porcentaje. Teniendo un porcentaje mínimo de (1,1 %) la clase Amphibia en el transecto 01 y un porcentaje máximo de (28,6%) de vertebrados atropellados de la clase Mammalia en el transecto 01. Cabe resaltar que, en las 4 clases de vertebrados, la clase Mammalia tiene una diferencia entre los dos transecto de 28,6% y 23,1%; respectivamente las demás clases presentan una diferencia aproximadamente 0,7 a 1,2 vertebrados atropellados por semana.

**Tabla 7:** Total de vertebrados atropellados y porcentaje según su clase taxonómica por transectos en las 24 semanas de la red vial distrital de Tambogrande.

Clase taxonómica		Transecto		Total
		01	02	
Amphibia	Total de atropellos	5	10	15
	% del total	1,1%	2,3%	3,4%
Reptilia	Total de atropellos	32	37	69
	% del total	7,3%	8,5%	15,8%
Aves	Total de atropellos	65	62	127
	% del total	14,9%	14,2%	29,1%
Mammalia	Total de atropellos	125	101	226
	% del total	28,6%	23,1%	51,7%
TOTAL	Total de atropellos	227	210	437
	% total	51,9%	48,1%	100,0%

Se utilizó la prueba Chi-cuadrado (Tabla 8), para determinar si existe una relación entre la clase taxonómica y los transectos investigados.

Conjetura: los atropellos de vertebrados en los transectos, está relacionada con las clases taxonómicas.  $H_0$ : los atropellos de vertebrados en los transectos son independientes de las clases taxonómicas.  $H_1$ : los atropellos de vertebrados en los transectos no son independientes de las clases taxonómicas.

Dando como resultado una prueba no significativa; ya que la asíntota de la prueba Chi-cuadrado es 0,262, y esta es mayor que el valor crítico de 0,05; lo que significa que no existe relación entre clase de taxonómica y los transectos.

**Tabla 8:** Prueba de Chi cuadrado del número de vertebrados atropellados por clase taxonómica y los transectos en las 24 semanas, en la red vial distrital de Tambogrande.

	Valor	gl	Asíntota
Chi-cuadrado	3,993	3	0,262
Total de vertebrados atropellados	437		

**Leyenda:** gl: grados de libertad;  $H_0$ : Hipótesis nula;  $H_1$ : Hipótesis alternativa

En la tabla 9, se muestra la distribución de los vertebrados muertos por atropello según la zona de ocurrencia y los transectos. Donde en el transecto 01 de las 05 zonas de ocurrencia 03 zonas alcanzan un valor mínimo (0,9%) estas son “Acequia”, “pozo de agua” y “centro poblado”, mientras la zona de cultivo su porcentaje es de (16,7 %) y “bosque seco” presenta un porcentaje (32,5%) de vertebrados muertos. Y en el transecto 02, la zona de ocurrencia “pozo de agua”, no presenta ningún vertebrado atropellado, “zona de cultivo” presenta un porcentaje máximo (43,5%) de vertebrados muertos.

**Tabla 9:** Distribución de vertebrados muertos por atropello según la zona de ocurrencia con los transectos en las 24 semanas de la red vial distrital de Tambogrande.

Zona de ocurrencia		Transecto		Total
		01	02	
Acequia	Total de atropellos	4	12	16
	% del total	0,9%	2,7%	3,7%
Zona de cultivo	Total de atropellos	73	190	263
	% del total	16,7%	43,5%	60,2%
Pozo de agua	Total de atropellos	4	0	4
	% del total	0,9%	0,0%	0,9%
Bosque seco	Total de atropellos	142	5	147
	% del total	32,5%	1,1%	33,6%
Centro poblado	Total de atropellos	4	3	7
	% del total	0,9%	0,7%	1,6%
TOTAL	Recuento	227	210	437
	% del total	51,9%	48,1%	100,0%

La prueba Chi-cuadrado, se utilizó para determinar si existe una relación entre transectos y las zonas de ocurrencia, demostrando:

Conjetura: los atropellos de vertebrados en los transectos, está relacionada con las zonas de ocurrencia.  $H_0$ : Los atropellos de vertebrados en los transectos son independientes de las zonas de ocurrencia.  $H_1$ : Que los atropellos de vertebrados en los transectos con las zonas de ocurrencia. (Resultando significativo la asíntota de la prueba Chi-cuadrado es 0,00, es menor del valor crítico 0,05), esto significa que existe una relación entre las zonas de ocurrencia con los transectos (Tabla 10).

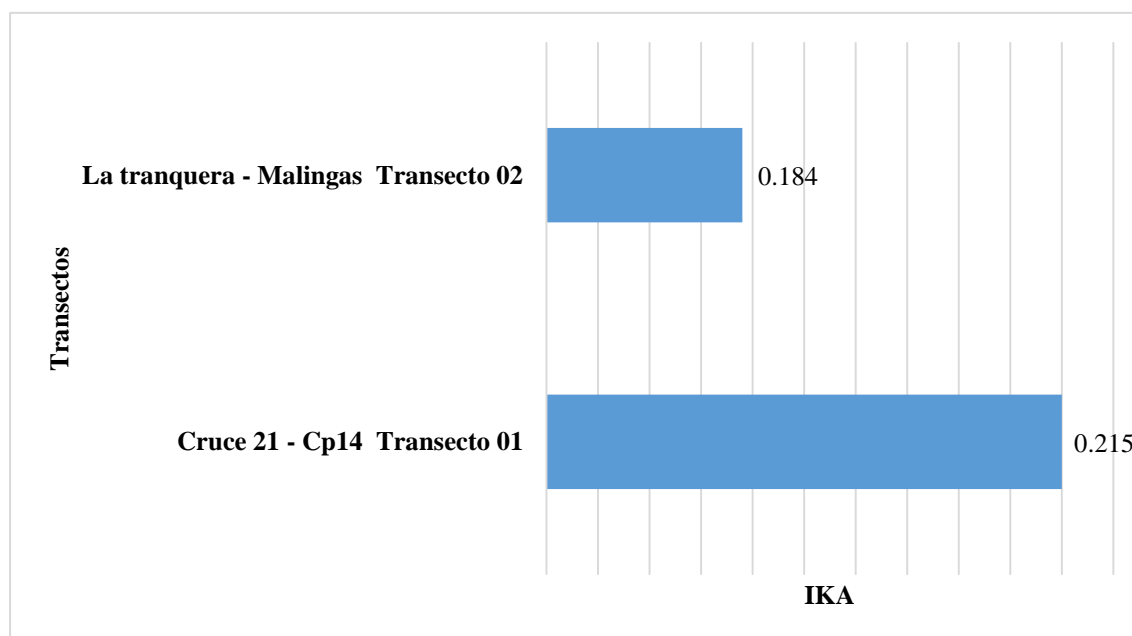
**Tabla 10:** Distribución de los vertebrados atropellados según la zona de ocurrencia con los transectos en las 24 semanas aplicando Chi-cuadrado en la red vial distrital de Tambogrande.

	Valor	gl	Asíntota
Chi-cuadrado	187,495	4	0,00
Total de vertebrados atropellados	437		

**Leyenda:** gl: grados de libertad;  $H_0$ : Hipótesis nula;  $H_1$ : Hipótesis alternativa

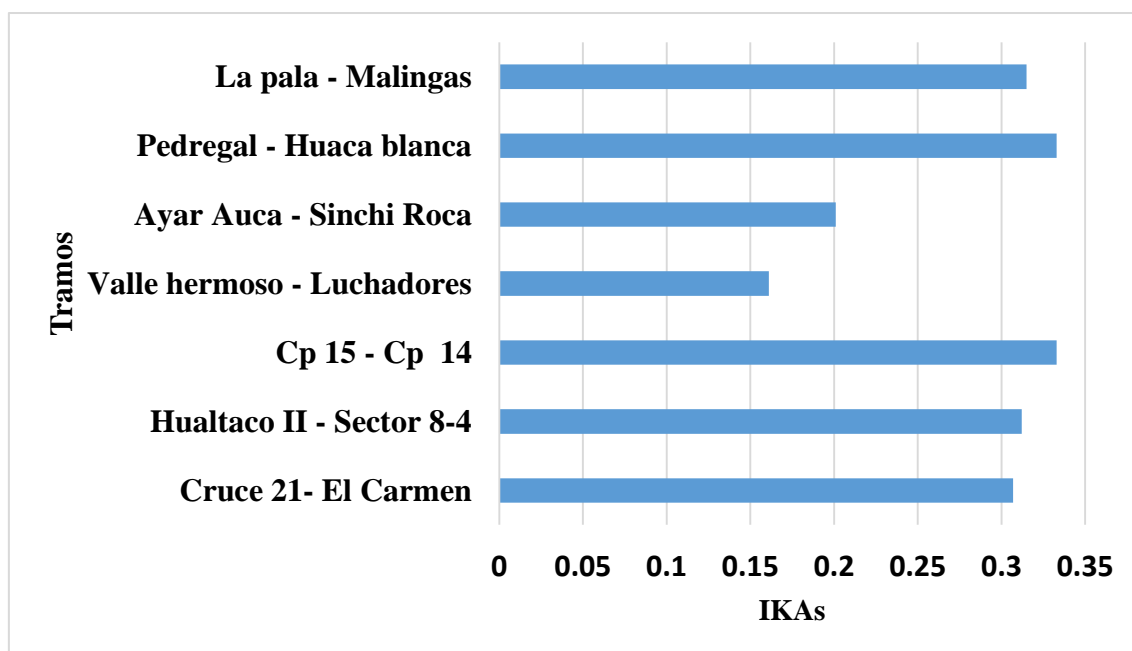


Con respecto al índice kilométrico de abundancia (IKA), se obtuvo que en los 91,5 Km total de las redes viales del distrito de Tambogrande, el transecto 01: Cruce 21 – Cp 14 se recorrió 1 056 km obteniendo un valor de 0,215 y transecto 02, se recorrió 1 140 km y se obtuvo un valor de 0,184. El IKA total de la red vial del distrito de Tambogrande fue 0,198 individuos atropellados / Km (Tabla 11 y Fig. 13).



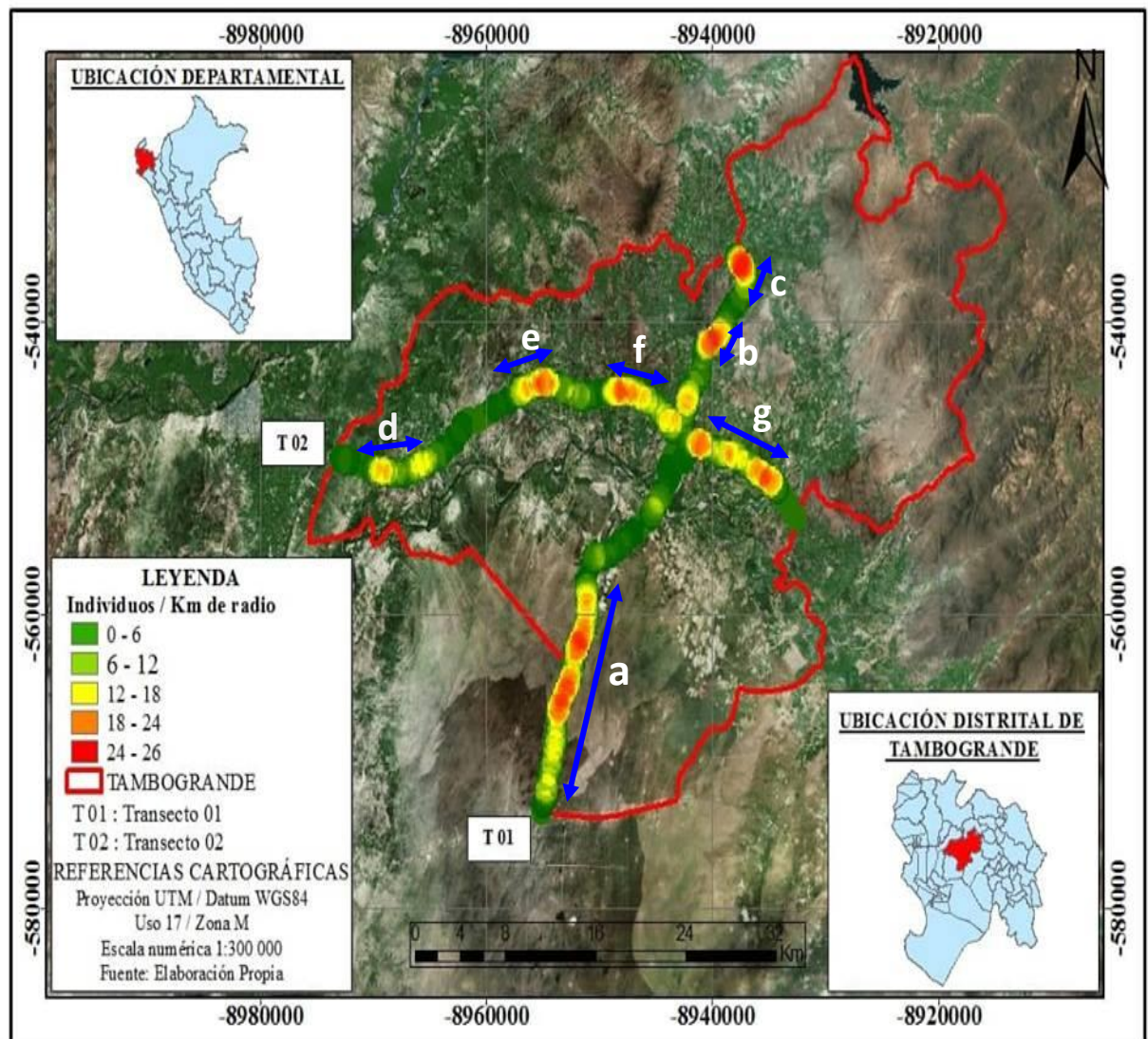
**Figura 13:** Índice Kilométrico de Abundancia en los transectos de la red vial distrital de Tambogrande.

Con respecto al índice kilométrico de abundancia (IKA), por tramos del transecto 01 el que presentó más alto valor es desde Cp 15 - Cp 14 fue de 0,333, y el transecto 02 se obtuvo el menor valor en el tramo desde Valle Hermoso - Luchadores 0,061 y el de mayor fue el tramo que abarca desde Pedregal - Huaca Blanca con 0,333 (Tabla 12 y Fig. 14).



**Figura 14:** Índice Kilométrico de Abundancia por tramos utilizando las zonas de Kernel en la red vial distrital de Tambogrande.

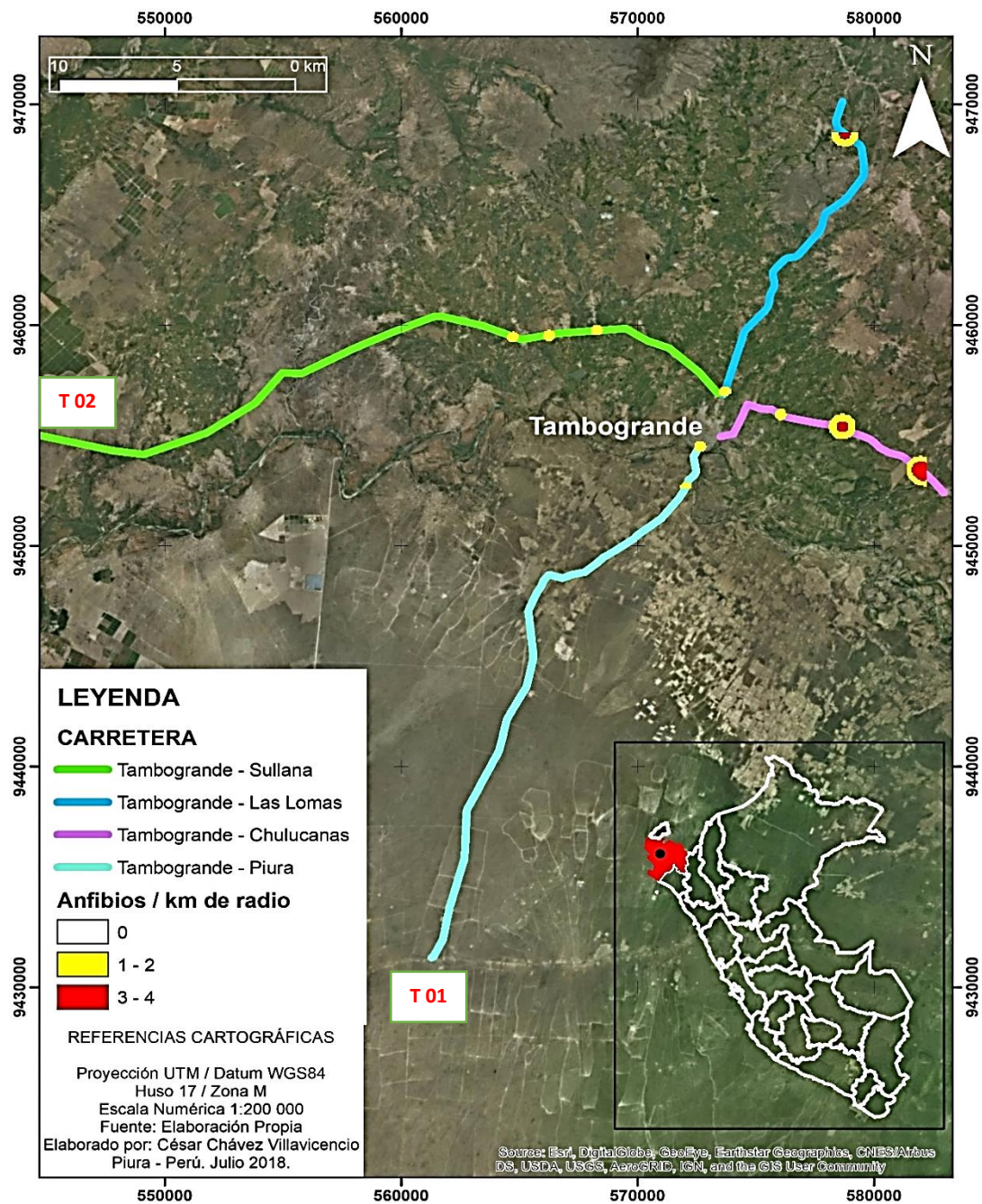
Las Figuras de las zonas de Kernel, de las redes viales del distrito de Tambogrande, representan los valores máximos (color rojo), intermedio (color amarillo) y mínimos (color verde) de atropellos, donde en el transecto 01, el tramo que va desde el Cruce 21- El Carmen (a), presentó 118 puntos de atropello; este se caracteriza por estar influenciado por bosque seco, el tramo Hualtaco II - Sector 8-4 (b) presentó 30 puntos de atropello y el tramo Cp 15 - Cp 14 (c) presentó 32 puntos de atropello, los dos últimos tramos se encuentran en zonas de ocurrencia de cultivos. En el transecto 02 el tramo Valle Hermoso – Luchadores (d) presentó 31 puntos de atropello, conformado de bosque seco y zona de cultivo, el tramo desde Ayar Auca - Sinchi Roca (e) 29 puntos de atropello, el tramo Pedregal - Huaca Blanca (f) presentó 48 puntos de atropello y el tramo La Pala – Malingas (g) presentó 53 puntos de atropello, los tres últimos tramos adyacentes a zonas de ocurrencia de cultivo, acequias y pozo de agua (Fig. 15).



**Figura 15:** Puntos de acumulación por atropellos de vertebrados en la red vial distrital de Tambogrande.



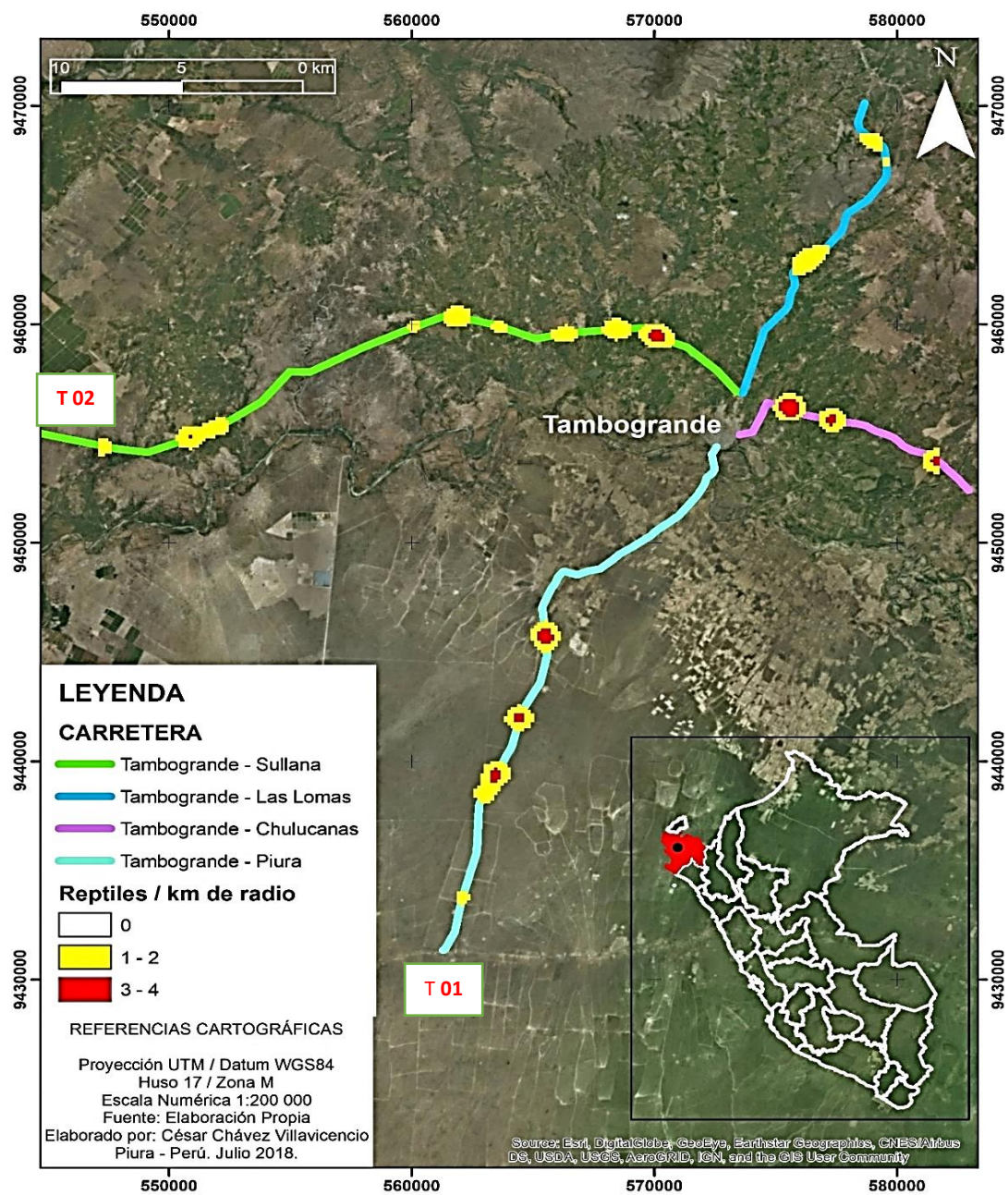
La figura 16, presenta, los puntos de acumulación de mayor atropello de la clase Amphibia; donde el transecto 01 presentó un máximo de 4 individuos atropellados en el tramo de Cp 15 - Cp 14 es una zona cultivo (*Oriza sativa*) y en el transecto 02, resalta el tramo La Pala – Malingas, que va desde 1 a 4 individuos atropellados por la presencia de zonas como acequias y pozos de agua.



**Figura 16:** Zona de Kernel de la clase Amphibia en la red vial distrital Tambogrande.



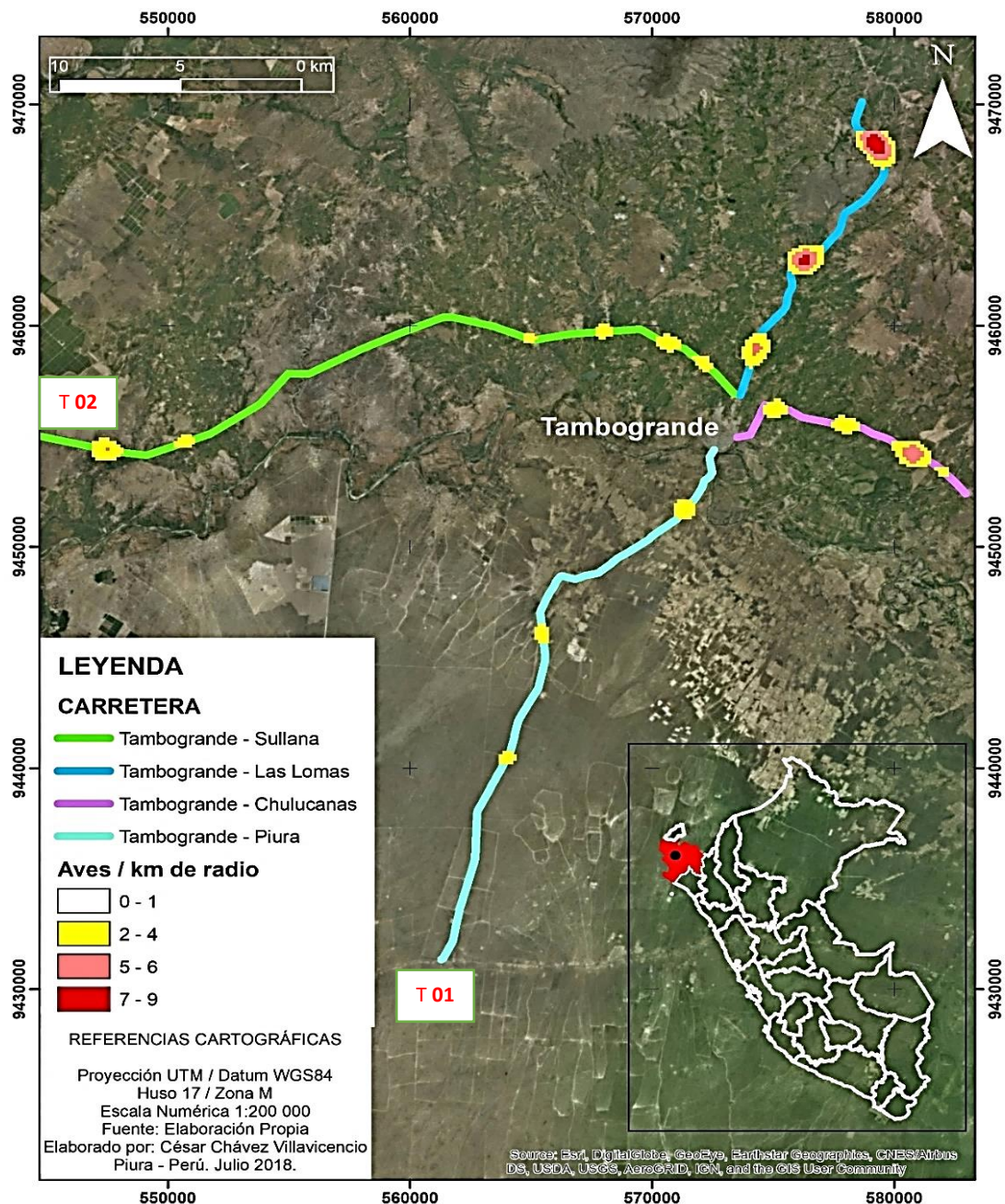
La figura 17, presenta, los puntos de acumulación de mayor atropello de la clase Reptilia; donde el transecto 01 presentó un máximo de 4 individuos atropellados en el tramo de Cruce 21 – El Carmen, siendo una zona de bosque seco y en el transecto 02, resalta el tramo Pedregal – Huaca Blanca, presenta zonas como acequias y cultivos (*Mangifera indica*, *Musa paradisiaca*) y el tramo La pala – Malingas, presenta de zonas como acequias y pozos de agua, y ambos tramos muestran valores que van desde 1 a 4 individuos atropellados.





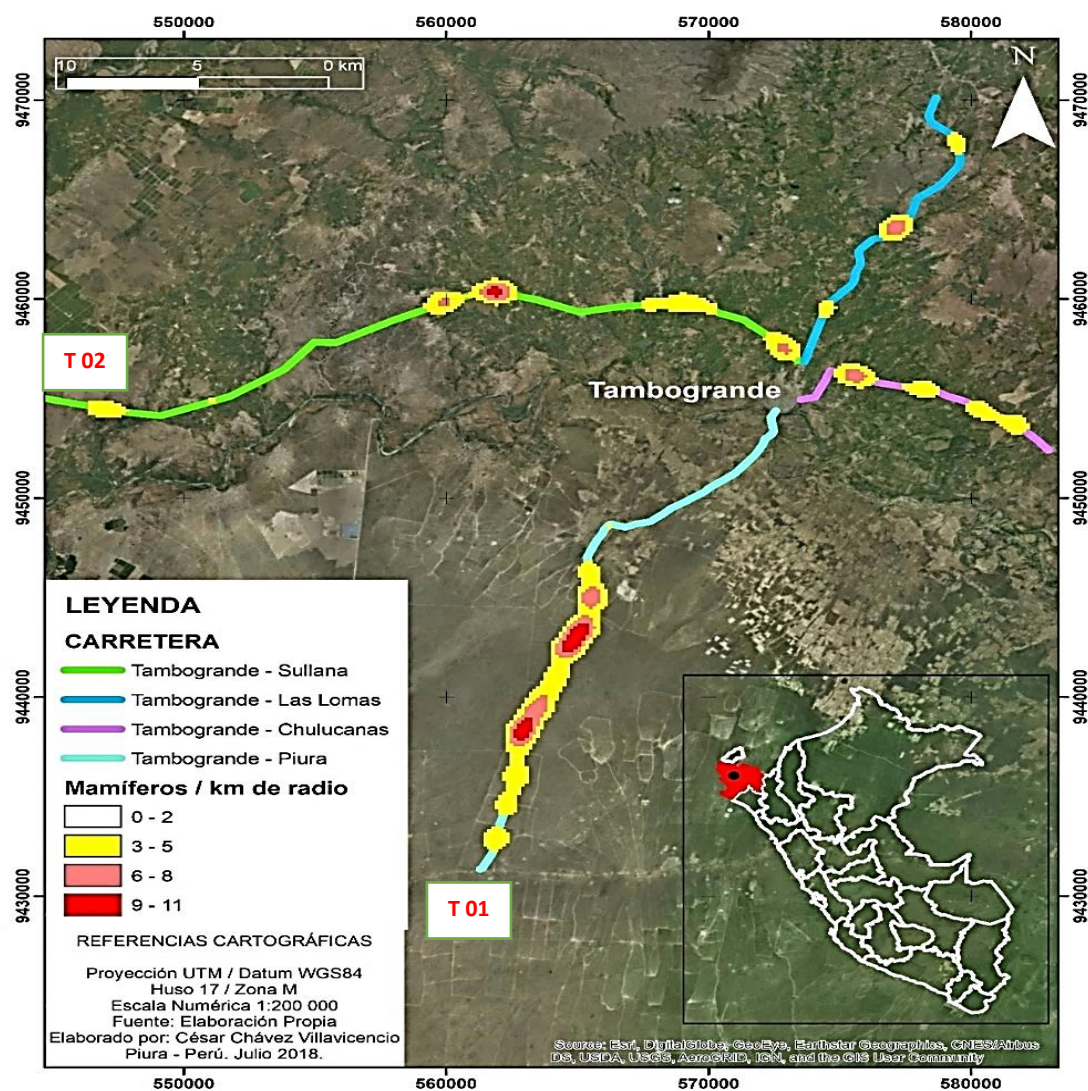
**Figura 17:** Zona de Kernel de la clase Reptilia en la red vial distrital Tambogrande.

La figura 18, presenta, los puntos de acumulación de mayor atropello de la clase Aves; donde el transecto 01 presentó los tramos desde Hualtaco II - Sector 8-4 y Cp 15 – Cp 14 ambas zonas de cultivo (*Mangifera indica*, *Musa paradisiaca* y *Vitis vinifera*) presenta un valor de 2 a 9 individuos atropellados, siendo estos zonas cultivo y en el transecto 02, resalta el tramo La Pala – Malingas, que va desde 2 a 6 individuos atropellados por la presencia de zonas como acequias, cultivo y pozos de agua.



**Figura 18:** Zona de Kernel de la clase Aves en la red vial distrital Tambogrande.

La figura 19, presenta, los puntos de acumulación de mayor atropello de la clase Mammalia; en el transecto 01, los tramos Cruce 21- El Carmen, zona caracterizada por bosque seco donde la sp más abundante es *Pseudalopex sechurae* que se alimenta de fruto de *Colicodendron scabridum*, Hualtaco II - Sector 8-4 y Cp 15 - Cp 14, conformadas por zonas de cultivo (*Mangifera indica*, *Musa paradisiaca* y *Vitis vinifera*) centros poblados, presentan valores desde 3 a 11 individuos atropellados. En el transecto 02, los tramos con más acumulación de puntos de atropello son: Valle Hermoso – Luchadores, conformado de bosque seco y zona de cultivo; Ayar Auca - Sinchi Roca, Pedregal - Huaca Blanca y La Pala – Malingas, conformados por zonas de cultivos, pozos de aguas, acequias y centros poblados, cuyos valores oscilan desde 3 a 11 individuos atropellados, siendo el más resaltante el tramo Valle Hermoso – Luchadores que alcanza los valores máximos.



**Figura 19:** Zona de Kernel de la clase Mammalia en la red vial distrital Tambogrande.

#### IV. DISCUSIÓN

El impacto de los atropellos sobre las poblaciones de vertebrados, se ha demostrado como uno de los factores más importantes de mortalidad no natural directa de la fauna vertebrada (Trombulak & Frissell, 2000; Lesbarreres, Pagano, & Lodé, 2003 y Malo, Suárez, & Díez, 2004). Las carreteras actúan como un depredador inespecífico, siendo la primera causa de mortalidad de muchas especies en España (Lizana & Dorda, 1992). En el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, muestra la muerte de vertebrados por atropello, una muerte no natural directa, durante 06 meses, con 437 individuos encontrados atropellados; lo que indica que las vías de



comunicación terrestres, como las de esta investigación, en Tambogrande, están influyendo en la disminución de los individuos.

En un estudio, en la carretera del Estado Portuguesa, Venezuela; que comprende 80 km, se realizaron 26 recorridos y localizaron 464 cadáveres: 268 reptiles (18 especies), 130 mamíferos (15 especies) y 66 aves (25 especies) (Seijas *et al.*, 2013). Además, la Universidad Michoacana, México ejecuto un estudio sobre patrones de mortalidad de la fauna de anfibios, reptiles, mamíferos y aves en la carretera costera de 10 km, situando 10 recorridos de muestreo, realizados entre 2010 y 2011, donde encontraron 203 individuos, repartidos entre 13 especies, siendo el grupo de los mamíferos los de mayor representación en atropellado (Puc *et al.*, 2013). De acuerdo con el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, en el 2018, que comprendió 91,5 km, siendo la clase Mammalia la más afectada con 8 especies; Aves con 16 especies, Reptilia con 5 especies y Amphibia con 1 especie. De lo hallado; y haciendo una extrapolación aproximada de los datos a 80 km de las tres investigaciones; la de México, sería la más numerosa, seguido de Venezuela y al final la realizada en Tambogrande, Piura.

Los organismos perjudicados por atropellamiento, abarcan a los principales grupos de vertebrados: anfibios, reptiles, aves, y mamíferos, si bien estos últimos parecen encontrarse entre los más fuertemente afectados. Se ha documentado que los animales jóvenes e inexpertos junto con los que son atraídos por el alimento disponible en la carretera o sus márgenes (como brotes de vegetación, animales muertos o en reposo, insectos, entre otros) son los más susceptibles de ser atropellados; en el estudio realizado en las carreteras de San Nicolás de Hidalgo, México, como una fuente de mortalidad de la fauna silvestre (Puc *et al.*, 2013). En la investigación de la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, se encontró las cuatro clases de vertebrados Ampl Reptilia, Aves, y Mammalia, que refieren los autores anteriores; siendo los mamíferos los más afectados con los atropellos por la disposición de alimentos que encuentra adyacentes a las redes viales con un 51,71 % del total de los vertebrados encontrados, y de ello, los adultos atropellados son 77,87 % y juveniles 22,12 %; en la investigación de México, el autor encontró que los mamíferos juveniles son los más afectados y en la investigación en Tambogrande son los mamíferos adultos los más afectados.

En el estudio, en la vía de Antioquia, Colombia, realizado el 2007 y 2014; se obtuvieron 58 individuos (15 especies) encontrados muertos en la carretera, individuos de los órdenes Didelphimorphia (34,6 %), Rodentia (34,5 %) y Carnivora (20,6 %), que representaron los grupos más frecuentes de atropellamientos (Delgado, 2007) y 35 individuos (13 especies) fueron encontrados atropellados, de los taxones Didelphimorphia (54,3 %), Carnivora (25,7 %), Rodentia (17,5 %) y Lagomorpha (2,9 %) estos fueron los grupos afectados por el atropellamiento vehicular (Delgado, 2014). En el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, predominan los órdenes de la clase Mammalia: La predominancia de los órdenes Carnivora con (*Pseudalopex sechurae*) y Didelphimorphia con (*Didelphis marsupialis*), en el bosque seco y zonas de cultivos aledaños a la red vial, es debido a la variada dieta que presentan, siendo estas especies omnívoras y que encuentran su alimento disponible en el borde de las redes viales en estudio.

*D. marsupialis*, en Puno, Perú, habita desde zonas abiertas hasta bosques de montaña, y ocasionalmente busca aves de corral como presas y frutos cultivados. También pueden consumir gusanos, culebras, frutos, néctar, semillas, hojas, mamíferos, aves y otros pequeños vertebrados e invertebrados. Demuestran una especial preferencia por los plátanos y bananos maduros (Aponte, 2013). En el estudio en Tambogrande, los individuos atropellados de esta especie, se encontraron cerca de la zona de cultivo colindantes con las redes viales (*Mangifera indica*, *Musa paradisiaca* y *Vitis vinifera*); como lo menciona el autor, esta especie tiene una preferencia por el plátano, en la presente investigación los individuos atropellados fueron encontrados en mayor número adyacentes a esta zona de cultivo, afirmando en parte su preferencia por este fruto en estas zonas del norte del Perú.

La frecuencia de atropello de *D. marsupialis*, se debe a la abundancia de esta especie en la región y a su comportamiento de alimentarse de otros animales atropellados, estudio realizado entre Popayán y Patía, Colombia (Castillo *et al.*, 2015). Mientras que las especies que fueron atropelladas en mayor número fueron *D. marsupialis* (48,6 %) y *Leopardus tigrinus* (11,4 %), en Envigado, Antioquia, Colombia (Delgado, 2014). En la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, *D. marsupialis* representa el (28,76 %) del total de los mamíferos encontrados atropellados, en comparación a los estudios realizados en Colombia, se obtuvo el 59,1 % del total de

atropellos, la presencia en la zona de estudio es aledaña a las zonas de cultivo y cerca de los centros poblados; Mientras que *Leopardus colocolo* (01 individuo) (0,44 %) presenta un bajo porcentaje de atropellos esto debido a que es poca su población de este mamífero en las zonas de estudio de acuerdo con lo citado con el autor mencionado de *L. tigrinus* encontró más individuos, esto también por los ecosistemas variados en ambos estudios. *L. colocolo* fue encontrado en zona de cultivo, a 72 m.s.n.m.

En una investigación en España, la clase Aves es un grupo muy sensible a los atropellos, sobre todo, en aquellas zonas con amplias masas forestales cercanas a la carretera, donde se han encontrado un 69,23 % de los cadáveres. En las áreas despejadas, dedicadas a cultivos de secano o praderas ganaderas, el número de atropellos ha sido menor, por la mayor visibilidad que tienen los animales de los vehículos, encontrándose un 30,77 % de las aves (Rosell, Álvarez, Cahill, Rodríguez, & Sèller, 2002). La clase Aves fue la segunda afectada en el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, dentro de ellas, el mayor número de atropellos, se presentó en las zonas de cultivo; la cual es originada por el cruce hacia los cultivos de estación, en busca de alimentos, en parte de los meses de estudio de enero a marzo, hubo especies de aves que se encontró un solo individuo, esto se debe a la preferencia del alimento encontrándose ocasionalmente en la zona de estudio.

En el estudio realizado entre la ciudad de Popayán y el municipio de Patía (Colombia). Los reptiles presentan 58 registros de atropellos, correspondientes únicamente a serpientes; se identificaron 9 especies, pertenecientes a las familias Colubridae, Viperidae y Elapidae. *Oxybelis aeneus* fue la especie encontrada con mayor frecuencia (29,3 %) (Castillo *et al.*, 2015). En las redes viales del distrito de Tambogrande, Piura, los reptiles ocupan un tercer lugar en cuanto a atropellos, de ellos la familia Iguanidae (71,0 %), Teiidae (13,04 %), Boidae (13,04 %) y Elapidae (2,89 %). *Iguana iguana*, *Callopistes flavipunctatus* y *Dicrodon guttulatum* fueron encontrados cerca de las zonas de bosque seco y cultivo de “mango”, “platano”; mientras que las especies *Boa constrictor ortonii* y *Micrurus tschudii* fueron encontradas en zonas de cultivo.

Castillo *et al.*, (2015) encontró individuos atropellados de la clase Amphibia, 288 registros, representado únicamente por la especie *Rhinella marina* “sapo común”. En el

estudio realizado, los anfibios fueron los vertebrados con menor número de atropellos, de acuerdo con lo citado por el autor fue mayor el número de individuos en Colombia; mientras que los 15 individuos atropellados en Tambogrande, se debe a que fue temporada seca, sin lluvias, esto es una causa de poca presencia de la especie, también por lo que estos son más susceptibles a perderse las muestras por el paso constante de vehículos en la red vial; en ambos estudios *R. marina* es la única especie que representa la clase Amphibia.

El estudio realizado en Colombia, se encontró 894 individuos atropellados, muestreando 4 veces por semana, de los cuales se determinó el sexo de 271 individuos, y no se pudo determinar a 623 individuos (69,69 %) debido al mal estado en que se encontraron la mayoría de los cuerpos, de los que se determinó el sexo 158 individuos (58,30 %) fueron machos y el 113 individuos (41,69 %) hembras, por tanto no se puede asegurar que los atropellos registrados estén afectando en mayor proporción uno de los sexos (Castillo *et al.*, 2015). En las redes viales del distrito de Tambogrande, Piura, se registraron un total de 437 vertebrados atropellados, muestreado una vez por semana, evidenciándose de 382 individuos (87,41 %) el sexo, 185 individuos machos (48,42 %) y 197 individuos hembras (51,57 %) y 55 individuos (12,58 %) no se pudieron determinar por la condición del individuo “mal estado” y el continuo paso de vehículos por los cuerpos, esto impidió evidenciar los órganos sexuales. Cabe resaltar que en el estudio en Colombia fueron cuatro muestreos por semana, manifiestan que los individuos estuvieron en mal estado y, en la investigación en las vías del distrito de Tambogrande, un muestreo por semana.

Castillo *et al.*, (2015) en su estudio encontró 749 individuos de fauna silvestre (84 %) y 145 de fauna domestica (16 %) atropellados en las carreteras *Canis lupus familiaris*, *Felis catus* y *Gallus gallus*. En la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, se encontraron el mayor porcentaje de vertebrados silvestres atropellados y los domésticos en menor cantidad, estos últimos se concentran en las zonas de ocurrencia “centros poblados” encontrándose a *Canis lupus familiaris* y *Felis catus*.

En la estadística descriptiva del estudio realizado por (Castillo *et al.*, 2015), el promedio de animales atropellados por día fue de 17,88 individuos, siendo el mínimo 06 y el máximo de 53 atropellos y la moda fue de 10. En el estudio realizado en la red vial

del distrito de Tambogrande, Piura, se obtuvo un promedio semanal de 9 vertebrados atropellados, siendo el mínimo 02 y el máximo de 52 y la moda de 7 vertebrados. Es importante recalcar, que la cantidad de vertebrados encontrados en la investigación en Colombia es el doble que la cantidad encontrada en la red vial de Tambogrande y, que el máximo de atropellos que se pueden encontrar en ambos ecosistemas difieren en uno (53 y 52 individuos atropellados, respectivamente) y que es frecuente encontrar en estas vías una frecuencia de 7 vertebrados atropellados, mientras en Colombia 10 atropellos, siendo este dato estadístico alto por ser un ecosistema poco diverso (bosque seco) en comparación con el colombiano, en el estudio en Tambogrande hubo zonas ocurrencia como pozos de agua que no se encontró individuos, esto debido que en la margen izquierda del distrito que es parte del transecto 01 no cuenta con agua para regadío, estos solo se abastecen en época de lluvias y durante la investigación fue época sin lluvias.

Por otra parte, el índice kilométrico de abundancia (IKA) (Castillo *et al.*, 2015), que se obtuvo, en los 92 km de la vía Panamericana, con cuatro tramos, que presentaron el mayor número de individuos atropellados: tramo La Cabana-Timbio; tramo El Bordo-Patia; tramo Popayan-La Cabana y tramo Puente rio Esmita-Piedra Sentada; estos tramos tuvieron un IKA general de 0,2 ind/km. En el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, el IKA general obtenido en los 91,5 km, fue de 0,198 ind/km, y en los IKAs de los siete tramos, el IKA más alto se encontró en el tramo Cp 15 – Cp 14, la cual es una zona influenciada por cultivos de mango, platano y arroz, donde presenta número de muertes de vertebrados y el tramo de menor IKA abarca el tramo Valle hermoso – Luchadores.

En España, se analizó los 96 atropellos producidos durante el estudio, identificando 8 puntos negros, en los cuales se han producido un gran número de atropellos (Rosell *et al.*, 2002). Mientras que, en el Estado Portuguesa en Venezuela, se encontraron 4 puntos negros, de 11 tramos con tasas de atropellos de 10 o más individuos (Seijas *et al.*, 2013). En el estudio realizado en la red vial del distrito de Tambogrande, Piura, se determinaron las zonas de Kernel o “puntos de acumulación de atropello” en 02 transectos, de 7 tramos. En el transecto 01, se determinó el tramo Cruce 21- El Carmen (zona de colindante de bosque seco) y el transecto 02, el tramo de La

pala - Malingas (zonas de colindante a cultivos, acequia y centros poblados) con 24 a 26 vertebrados atropellados.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se registró un total de 437 vertebrados atropellados distribuidos en 04 clases, 12 órdenes, 23 familias, 28 géneros y 29 especies en la red vial distrital de Tambogrande, Piura.
- Las muertes de vertebrados por atropello corresponden principalmente a la clase Mammalia seguido de la clase Aves, Reptilia y Amphibia.
- El número de vertebrados atropellados por semana es 9 individuos, en la red vial distrital de Tambogrande, Piura.
- Las zonas de ocurrencia que presentan los más altos valores de atropello en el transecto 01, son la zona de bosque seco y de cultivo; en el transecto 02, la zona de cultivo y acequias.
- Existe una relación significativa entre las zonas de ocurrencia con los transectos.
- En los 91,5 kilómetros recorridos presentó un IKA de 0,198 ind. muertos / km.
- Según las zonas de Kernel existen siete tramos con mayor atropello, siendo el más afectado Cruce 21 – El Carmen.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Seguir realizando más estudios tomando en cuenta las estaciones del año, esto indicaría otros datos de mucha importancia para saber cómo influyen estas en la mortalidad por atropello de vertebrados.
- El atropello de vertebrados en la red vial distrital de Tambogrande se podría disminuir con la instalación de pasos elevados o faunísticos en las zonas con más acumulación de atropellos o zonas de Kernel.
- Colocación de cercas en ambas orillas, que impida el acceso a los vertebrados en la red vial en su longitud de los puntos más álgidos de atropello
- Instalación de badenes que eviten el acceso a la carretera de los vertebrados y reconduzcan hacia el otro lado de la red vial.
- Para disminuir el número de individuos que no se pueden determinar porque las muestras están en malas condiciones, con referente al sexo, se debería de aplicar algún reactivo específico para gónadas tanto de machos como de hembras.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo, H. (2011). Fauna en la ruta de la muerte. *El colombiano*, 121.
- Andrews, K. M., & Gibbons, J. W. (2005). How do highways influence snake movement Behavioral responses to roads and vehicles. *Copeia*, 772-782.
- Aponte, J. (2013). *Una revisión de la biología de Didelphis marsupialis y su relación con el mal de chagas y la leishmaniasis*. Puno: Universidad de los andes .
- Arévalo, E. J., & Newhard, K. (2011). Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest. *Journal of Tropical Biology*, 969-980.
- Arnaldos, M., Garcia, M., & Presa, J. (2011). *Sucesión faunística sarcosaprófaga*. Murcia: Universidad De Murcia.
- Arroyave, M. D., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., Andrade, L. M., & Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *EIA*, 45-57.
- Attademo, A. M., Peltzer, P. M., Lajmanovich, R. C., Elberg, G., Junges, C., Sanchez, L. C., & Bassó, A. (2011). Mortalidad de vertebrados en caminos de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 915-925.
- Carrillo, N., & Icochea, J. (1995). Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Mus. Hist. Nat. UNMSM*, 1-27.
- Castillo, J. C., Urmendez, D., & Zambrano, G. (2015). Mortalidad de fauna por atropello vehicular en un sector de la via panamericana entre popayán y patía. *Boletín científico museo de historia natural*, 207-219.
- Chávez, C. L. (2018). Atropellos de fauna en la ruta D-705, sector : Illapel- Aucó- Los Pozos (Coquimbo, Chile), incluyendo la reserva Nacional las reservas de chinchillas. *BIODIVERSIDATA*, 22 - 25.
- Cupul, F. (2002). *Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo*. Mexico: Gaceta CUC.
- Delgado, C. (2007). Muerte de mamíferos por vehículos en la via del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*, 229-233.
- Delgado, C. (2014). Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la via de el Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *EIA*, 147-153.
- Dixon, J., & Huey, R. (1970). Systematic of the lizards of the gekkonidae genus *Phyllodactylus* of mainland south America. *Cont. Sci*, 1-77.

- Feer, F., & Emmon, L. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial F.a.N.
- Ferry, C., & Frochot, B. (1958). Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *La Terre*, 85–102.
- Fisher, R. A. (1995). *Statistical Methods for Research Workers*. London: EDITORS' PREFACE.
- Foster, M. L., & Humphrey, S. R. (1995). Use of highway underpasses by Florida. *Wildlife Society Bulletin* 23, 95-100.
- Gobierno Regional. (2006). *Boletín: indicadores ambientales Piura* . Piura: O.U.F.L.
- Gonzaga, J. (2012). *Plan de desarrollo concertado 2012-2021*. Tambogrande: MDT.
- Google Earth. (29 de junio de 2018). <https://earth.google.com/web/>. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>: <https://earth.google.com/web/>
- Gottdenker, N., Wallace, R. B., & Gómez, H. (2001). La importancia de los atropellos para la ecología y conservación: *Dinomys branickii* un ejemplo de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 35, 61-67.
- Gumier, F., & Sperber, C. F. (2009). Atropelamientos de vertebrados la Floresta de carajás, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 459-466.
- Heyer, R., Maureen, A., & Donnelly, R. (2001). *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica*. Argentina: Universitaria de la Patagonia.
- Lesbarreres, D., Pagano, A., & Lodé, T. (2003). *Inbreeding and road effect zone in a Ranidae: The case of agile frog, Rana dalmatina*. C.R. Biologies.
- Lizana , M., & Dorda, J. (1992). *La mortalidad de los anfibios y reptiles en las carreteras. I jornadas para el estudio y prevención de la mortalidad de vertebrados en las carreteras*. Madrid: Bol. CODA.
- Malo, J., Suárez, F., & Díez, A. (2004). *Can we mitigate animal vehicle accidents using predictive models*. Appl. Ecol.
- Moreno, A. (1991). *Modelización cartografica de densidad mediante estimadores Kernel*. Mexico: Societat Catalana de Geografia.
- MTC. (2014). *Reglamento nacional de transito*. Lima: Sutran.
- Noos, R. (10 de Julio de 2002). *The ecological effects of roads*. Obtenido de The ecological effects of roads: <http://www.eco-action.org/dt/roads.html>.
- O'shea, M., & Halliday, T. (2001). *Reptiles y anfibios: Manuales de identificación*. Barcelona: Omega.

- Pinowski, J. (2005). Roadkills of vertebrates in Venezuela . *Bras Zoologia* , 191-196.
- Primack, R. B. (1998 ). *Essentials of conservation biology*. Boston : Sinauer.
- Puc, J., Delgado, C., Mendoza, E., & Suazo, I. (2013). *Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en mexico*. Mexico: Biodiversitas.
- Rodríguez, J., Alverico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. Bogotá: MAVDT.
- Rodriguez, L., Cordova, J., & Icochea, J. (1993). lista preliminar de los anfibios del Perú. *Mus. Hist. Nat. UNMSM*, 1-22.
- Rosell, C., Álvarez, G., Cahill, C., Rodriguez, A., & Séller, A. (2002). *La fragmentación del hábitad en relacion con las infraestructuras de transporte en España*. Madrid: Minesterio del Ambiente .
- Schulenberg , T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J., & Parker, T. (2010). Birds of Perú. New Jersey. Princeton. *University Press*.
- Seijas, A., Araujo, A., & Velásquez, N. (2013). Mortalidad de vertebrados en la carretera-Guanarito,estado Portuguesa, Venezuela. *Revista Biologica Tropical*, 1622-1626.
- Spellerberg, I. F. (1998). Ecological effects of roads and. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 317- 333.
- Trombulak, S., & Frissell, C. (2000). *Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. Conserv. Biol.
- Ugaz, A., & Saldaña, I. (2014). *Aves de Piura* . Chiclayo: Emdecose S.A.

## VIII. ANEXOS

**Tabla 10:** Número de vertebrados domésticos y silvestres atropellados en la red vial de Tambogrande.

Vertebrados	N° Atropellos	Porcentaje
Domésticos	37	8,47 %
Silvestres	400	91,53 %
<b>Total</b>	<b>437</b>	<b>100 %</b>

**Tabla 11.** Distribución del Índice kilométrico de Abundancia (IKA) por transecto, de vertebrados atropellados en la red vial de Tambogrande.

Transecto					
N°	Denominación	km	N°. de atropellos	Km recorridos	IKA
01	Cruce 21 - Cp14	44	227	1 056	0,215
02	La tranquera - Malingas	47,5	210	1 140	0,184
	Total	91,5	437	2 196	0,198

**Tabla 12.** Distribución de IKAs por tramos de vertebrados atropellados en la red vial de Tambogrande utilizando las zonas de Kernel.

Transecto	Tramo	km del tramo	N°. De atropellos	Km recorridos	IKA
01	Cruce 21- El Carmen	16	118	384	0,307
01	Hualtaco II - Sector 8-4	4	30	96	0,312
01	Cp 15 - Cp 14	4	32	96	0,333
02	Valle Hermoso - Luchadores	8	31	192	0,161
02	Ayar Auca - Sinchi Roca	6	29	144	0,201
02	Pedregal - Huaca Blanca	6	48	144	0,333

**Tabla 13.** Vertebrados atropellados en cada mes durante el estudio, en la red vial de Tambogrande.

Especie	Meses					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
<i>Rhinella marina</i>	4	4	2	2	3	0
<i>Iguana iguana</i>	2	5	0	3	3	4
<i>Callopietes flavipunctatus</i>	6	3	4	7	3	9
<i>Dicrodon guttulatum</i>	1	2	1	2	0	3
<i>Boa constrictor ortonii</i>	2	0	0	2	0	5
<i>Micrurus tschudii</i>	0	1	0	0	1	0
<i>Ardea alba</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Zenaida auriculata</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Zenaida meloda</i>	5	1	1	1	0	2
<i>Leptotila verreauxi</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	7	9	3	4	10
<i>Athene cunicularia</i>	5	2	4	1	1	2
<i>Glaucidium peruanum</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Amazilia amazilia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Forpus coelestis</i>	2	0	0	0	1	0
<i>Furnarius leucopus</i>	1	3	4	0	1	0
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	1	0	1	1	1	0
<i>Mimus longicaudatus</i>	8	7	4	7	6	4
<i>Polioptila plumbea</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Piezorhina cinerea</i>	1	2	0	0	0	0
<i>Dives warszewiczi</i>	0	0	0	1	3	0
<i>Didelphis marsupialis</i>	12	8	8	13	13	11
<i>Simosciurus neboxii</i>	0	0	1	2	2	0
<i>Rattus norvegicus</i>	2	0	0	0	0	0
<i>Canis lupus familiaris</i>	4	2	7	4	6	5
<i>Pseudalopex sechurae</i>	41	29	13	8	10	6
<i>Felis catus</i>	1	3	0	1	1	3
<i>Leopardus colocolo</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Conepatus semistriatus</i>	5	1	1	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>81</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>62</b>	<b>66</b>

**Tabla 14:** Código, punto de atropello, del individuo y las zonas de ocurrencia, en la red Vial distrital de Tambogrande, Piura

TRANSECTO:						HORA DE INICIO:					
FECHA:						HORA DE TERMINO:					
DEL PUNTO DE ATROPELLO			INDIVIDUO					ZONAS DE OCURRENCIA			
Código	KM	Coordenadas	Nombre común	Clase taxonómica	Grupo etario	Condición	Sexo	Zona de cultivo	Acequias	pozos de agua	Otros
SEXO: M: macho H: hembra			GRUPO ETARIO: A:adulto J: juvenil				CONDICION: F: fresco ED: en descomposición D:deshidratado				



**Figura 20:** Recorridos realizados en las redes viales del distrito de Tambogrande portando chaleco reflectante.





**Figura 22:** Colocación de las medidas de seguridad y la toma de datos del vertebrado atropellado durante los recorridos en la red vial distrital de Tambogrande.



**Figura 23:** Retirando al vertebrado atropellado en la red vial distrital de Tambogrande para no volver a contabilizar en el próximo muestreo.





**Figura 24:** *Iguana iguana* encontrado en condición fresco con manchas de sangre



**Figura 25:** *Simosciurus neboxii* encontrado en condición fresco con vísceras expuestas.





**Figura 26:** *Pseudalopex sechurae* encontrado en condición fresco con exposición de tejidos.



**Figura 27:** *Didelphis marsupiales* encontrado en condición descomposición con manchas verdes el tejido.





**Figura 28:** *Didelphis marsupiales* encontrado en condición descomposición con putrefacción o hinchado.



**Figura 29:** *Pseudalopex sechurae* encontrado en condición deshidratado.





**Figura 30:** *Mimus longicaudatus* encontrado en condición deshidratado.



**Figura 31:** *Callopistes flavipunctatus* encontrado en condición deshidratado.





**Figura 32:** Codificación y colocación del vertebrado en bolsa con cremallera después de haberle inyectado formol al 10 %, durante el recorrido de la red vial distrital de Tambogrande.





**Figura 33:** *Dicrodon guttulatum*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 34:** *Boa constrictor ortonii*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 35:** *Micrurus tschudii*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 36:** *Ardea alba*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 37:** *Zenaida auriculata*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 38:** *Zenaida meloda*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 39:** *Leptotila verreauxi*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 40:** *Athene cunicularia*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 41:** *Glaucidium peruanum*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 42:** *Amazilia amazilia*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 43:** *Forpus coelestis*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 44:** *Furnarius leucopus*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 45:** *Campylorhynchus fasciatus*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 46:** *Polioptila plumbea*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 47:** *Piezorhina cinérea*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 48:** *Dives warszewiczi*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 49:** *Simosciurus neboxii*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 50:** *Rattus norvegicus*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 51:** *Canis lupus familiaris*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 52:** *Felis catus*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.





**Figura 53:** *Leopardus colocolo*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.



**Figura 54:** *Conepatus semistriatus*, encontrado en la red vial distrital Tambogrande.